Coordenação
Juliana Potério de Oliveira

Projeto gráfico
Café Design

Revisão
Márcia Hein e Celso Muccio

Editoração
Muccio & Associado

Capa
Cóbi Carvalho

Ilustração capa
Yolanda Fumita Shimizu

Ilustrações internas
Mônica Stein Aguiar

Impressão
Gráfica Cosgraf

Instituto Agronômico do Paraná

Área de Difusão de Tecnologia
Rodovia Celso Garcia Cid, km 375
Caixa Postal 481
86.001-970 - Londrina - Paraná
Fone: (43) 376-2337
iapar@pr.gov.br
www.iapar.pr.gov.br

Livraria e Editora Agroecológica

Caixa Postal 06,
18.603-970 - Botucatu - SP
Fone: (14) 6821-1866
editora@agroecologica.com.br
www.agroecologica.com.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Khatounian, C. A.
A reconstrução ecológica da agricultura / C. A. Khatounian. - - Botucatu : Agroecológica, 2001.

1. Agricultura - Aspectos ambientais 2. Agricultura orgânica 3. Ecologia agrícola I. Título.

01-4253 CDD - 631.583

Índices para catálogo sistemático:

1. Agricultura ecológica 631.583

ISBN 85-88581-26-4

A reconstrução ecológica da agricultura

Carlos Armênio Khatounian

À memória de
Beatriz Rugani Ribeiro de Castro
e Maurício Burmester do Amaral,
cujas vidas curtas mas profícuas
foram devotadas a essa reconstrução.

Algumas palavras ao leitor

O leitor é um participante temporariamente anônimo e passivo na publicação de um livro, que busca sempre convencê-lo de algum conhecimento, idéia ou valor, que o autor julga merecerem mais padrinhos. O presente livro não foge a essa regra. Ele busca transformar o leitor num entusiasta, praticante e conhecedor dos caminhos que podem levar à reconstrução ecológica da agricultura. Caminhos esses, que o autor vem trilhando nos últimos vinte anos, e pelos quais não poucas vezes se perdeu e teve afinal de voltar. De certa forma, é uma espécie de guia para o caminho mais curto e de alerta para os falsos atalhos.

Na sua própria caminhada, deparou o autor também com várias dúvidas e perguntas ainda carecendo de respostas, que muitas vezes têm de ser específicas para cada local. Assim, em todo o livro transparece uma pressa de encurtar o anonimato temporário do leitor, propondo-lhe um grande número de desafios. O objetivo último do autor é tornar o leitor o autor do seu próprio romance.

Essa necessidade de transformar o leitor em autor foi sendo evidenciada nos treinamentos em que atuamos como instrutor, sobretudo para profissionais das ciências agrárias e agricultores envolvidos na produção orgânica. Nesses treinamentos, fomos percebendo que o ponto mais importante era ensinar a *pensar orgânico*. Para isso, nos deparamos com freqüência com lacunas de conhecimento na formação agronômica convencional e com a necessidade de novos conceitos, que propiciassem o desenvolvimento de soluções sustentáveis para os problemas agrícolas.

Contudo, *pensar orgânico* envolvia muitos aspectos. Além de uma sólida formação nos aspectos materiais da agricultura (as plantas, os animais, o ambiente - o *hardware*), era necessário conhecer os fatores humanos (cultura, experiências, economia, organização social – o *software*) que definem como os elementos materiais serão administrados. Para completar, *pensar orgânico* implicava ainda uma atitude cidadã em relação a vários aspectos da atualidade.

Em nossa atividade junto ao movimento orgânico, tentamos sempre atender ao aspecto técnico de nossa função de pesquisador, sem descuidar porém das dimensões humanas e filosóficas que o pensar orgânico exige. Isso se refletiu neste livro: embora sendo um texto sobretudo técnico, as dimensões não técnicas dos problemas foram exploradas sempre que pareceu pertinente.

O conteúdo do presente texto e a concepção das figuras foi o resultado da compilação de informações e da reflexão ao longo de mais de duas décadas. Desse fato resultaram aspectos positivos e negativos. Do lado positivo, ele nos

permitiu enxugar detalhes e particularidades não essenciais à compreensão e ao manejo de sistemas sustentáveis.

O aspecto mais negativo, é que a origem de muitas informações pontuais ficou difícil de traçar. Recuperar as referências bibliográficas de toda a informação utilizada ao longo dos anos nessa reflexão tomaria, talvez, um ou dois anos de trabalho, e as citações ocupariam uma grande parte do texto. Correríamos ainda o risco de, por esquecimento, cometer alguma injustiça em não citar fontes eventualmente utilizadas.

Além disso, para a finalidade de desenvolver o pensar orgânico, um texto enxuto seria mais agradável e atenderia a maior parte dos leitores. Assim, decidimos citar no corpo do texto os autores e obras de que mais nos valemos, que são listados na bibliografia. Os leitores interessados em recuperar alguma informação específica precisarão recorrer às bases de dados da literatura científica, hoje de fácil acesso pela internet.

O livro está organizado em sete capítulos, sendo cada um dependente da compreensão do anterior. O Capítulo I focaliza a agricultura orgânica no cenário mais amplo em que ela se insere e suas relações com algumas das principais questões da atualidade. Historia seu desenvolvimento, traça o perfil das principais escolas no Brasil, esboça um quadro da situação no Brasil e expõe o arcabouço do corpo técnico e conceitual da produção sem agrotóxicos. Discute ainda os desafios à ampliação dessa produção e sua relação com o suprimento alimentar do planeta.

O Capítulo II trata da abordagem sistêmica, que constitui o corpo metodológico mais potente para a compreensão e aprimoramento dos sistemas agrícolas rumo à sustentabilidade. É um capítulo em que se prepara o leitor para o exercício de entender e desenvolver propostas realistas de interferência nos sistemas operados pelos agricultores. Descrevem-se os conceitos e métodos usuais, bem como os problemas mais comuns na sua aplicação. Dedica-se também um segmento à compreensão da lógica específica da produção familiar, identificando problemas que lhe são freqüentes.

Os Capítulos III, IV, V e VI tratam de assuntos especificamente biológicos. Não apresentam conhecimento factual novo, os fatos agrícolas e biológicos são os mesmos tratados na agricultura convencional. Entretanto, organiza e concatena tais fatos dentro de uma lógica distinta, espelhada no funcionamento da natureza. No Capítulo III- “A natureza como modelo”, se constrói o corpo conceitual básico sobre o qual os problemas agrícolas serão analisados e suas soluções delineadas.

Nos Capítulos IV- “A fertilidade do sistema” e V- “O manejo da fertilidade do sistema”, esse corpo conceitual e factual é detalhadamente estudado sob vários aspectos e situações usuais nos sistemas agrícolas contemporâneos no Brasil. Desenvolve-se o conceito abrangente de fertilidade do sistema, em oposição à fertilidade do solo. A assimimilação e o domínio desse conceito nos parece ser a chave para a reconstrução ecológica da agricultura, na sua dimensão biológica. Estratégi-

as para o aprimoramento dos sistemas são discutidas, tanto a curto quanto a longo prazo, para culturas anuais, culturas perenes, pastagens e criações.

O Capítulo VI trata da produção para consumo doméstico. Em nossa opinião, no contexto em que atualmente se insere a agricultura orgânica, essa produção é muito mais importante do que se pretende com a expressão "agricultura de subsistência", desgastada e inadequada. Focalizam-se suas possiblidades e limitações, bem como sua estruturação e funcionamento em algumas regiões do país e do planeta. A compreensão da produção para consumo doméstico exige a mobilização do conhecimento exposto e construído ao longo do livro. Discutem-se ainda as possibilidades de seu aprimoramento nos sistemas agrícolas atuais no Brasil.

Finalmente, o Capítulo VII focaliza a conversão para a produção orgânica, o primeiro patamar concluído na reconstrução ecológica da agricultura. Para essa conversão, todo o restante do livro é necessário, tanto do ponto de vista metodológico – a abordagem sistêmica, quando do conceitual e factual – a natureza como modelo, a fertilidade do sistema e seu manejo, a produção para consumo doméstico. Por facilidade de entendimento exemplifica-se o processo com uma propriedade familiar.

Ao organizar o conjunto do texto, defrontamo-nos várias vezes com a dificuldade de isolar cada tema e tratá-lo separadamente dos demais. De fato, como a natureza funciona de maneira integrada, é difícil separar as partes sem perder a visão do conjunto. Por isso, vários assuntos são tratados pelo menos rapidamente em determinados capítulos, sendo retomados em outros para detalhamento.

Não por modéstia, mas porque é a realidade, temos de registrar que boa parte deste livro não teria sido possível sem a contribuição de nossos colegas de pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná. Além de sua contribuição formal em vários projetos conjuntos, tivemos o acesso privilegiado a várias áreas do conhecimento em conversas de corredor e cafés tomados juntos.

Não menos importante foi a abertura e a receptividade de inúmeros agricultores e várias organizações ligadas à produção orgânica, tanto governamentais quanto não governamentais, das quais temos tido constante apoio e boa vontade. A determinação e a perseverança desses amigos têm nos mostrado que soluções são sempre possíveis, quando se quer encontrá-las.

Cumpre ainda salientar o empenho na produção deste pela Editora Agroecológica. Do agrônomo Manfred von Osterroht, tivemos sempre muito incentivo.

Embora reconhecendo as contribuições recebidas, qualquer falha no texto é naturalmente de nossa única responsabilidade.

O autor

APRESENTAÇÃO

A **Agricultura Orgânica** vem se tornando uma opção cada vez mais importante, atendendo uma clara e crescente demanda dos consumidores, tanto em nível nacional quanto internacional, cujas exigências em relação à qualidade e segurança dos alimentos criam **nichos de mercado** que não podem mais ser ignorados, especialmente pelos **produtores familiares** que necessitam ampliar sua renda.

O **Governo do Paraná**, através de sua **Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento** vem se preocupando com essa opção no **Projeto Paraná 12 Meses**, acionando, para isso, o órgão oficial de pesquisa agropecuária do Estado, o **IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná**.

Assim, ao definir que a **Agricultura Orgânica merece um lugar de destaque nas políticas públicas para o agronegócio paranaense**, o Governo Estadual tem ativado as pesquisas e a extensão pelas vinculadas **Iapar e Emater**, bem como a implementação das iniciativas da sociedade, consciente que essas políticas só podem ser adequadamente implementadas quando, além de um discurso coerente que sinalize as diretrizes governamentais, existam também parcerias para sua implementação e, principalmente, consistência técnica que a viabilizem dentro do sistema produtivo.

Essa consistência técnica vem sendo construída no Iapar ao longo de muitos anos de atividades do autor deste livro, **pesquisador e produtor Carlos Armênio Kathounian**, em conjunto com outros integrantes da equipe do Instituto. Esse trabalho implica, além de um constante monitoramento do ambiente agro-ecológico e do mercado, na captação, geração e validação de conhecimentos científicos e tecnológicos que permitem colocar à disposição dos produtores uma **orientação segura** para sua tomada de decisão sobre o que e como plantar.

Podem, portanto, os interessados em Agricultura Orgânica, a partir de hoje, contar com um **amplo conjunto de informações e orientações técnicas**, de forma que possam aplicar toda sua dedicação e profissionalismo na implementação de uma atividade que, embora de difícil gestão, certamente leva a resultados de alta importância não só para os que nela atuam, mas também para a Sociedade como um todo.

Na qualidade de Secretário recém-empossado, estou orgulhoso em poder fazer a apresentação deste trabalho, em especial pela importância dada ao tema Agricultura Orgânica no Estado do Paraná, pelo meu antecessor o ex-Secretário **Antonio Leonel Poloni**, que a colocou de forma prioritária na agenda da Agricultura Paranaense.

abril de 2002.

Deni Lineu Schwartz
Secretário de Agricultura e do Abastecimento do Paraná

SUMÁRIO

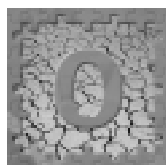
CAPÍTULO V

CAPÍTULO VI

CAPÍTULO VII

APÊNDICE

CAPITULO I

Histórico, contexto e desafios para uma agricultura ecológica

início da agricultura pertence a um passado nebuloso, sobre o qual podemos fazer inferências, mas do qual provavelmente jamais teremos uma idéia exata. Estima-se que as primeiras lavouras tenham sido intencionalmente semeadas ao redor de dez mil anos atrás. O certo é que as civilizações que nos antecederam, ao tempo em que criavam a escrita, já tinham desenvolvido uma notável capacidade agrícola, que lhes havia possibilitado sedentarizar-se e estabelecer sistemas sociais e culturais complexos.

Na tradição ocidental, aprendemos a contar a história a partir das civilizações do Nilo e Tigre – Eufrates, passando pela Antiguidade Greco-Romana, dita clássica, depois pelos seus desdobramentos através da Idade Média, Renascimento, Expansão Marítima Européia ... até chegarmos à atualidade.

Essa trajetória é freqüentemente contada de forma positiva, como uma epopéia a caminho do conhecimento e do domínio tecnológico, mas não deixou de ter seus lados desastrosos, que também estão fartamente registrados[1]. Dentre os desastres, conta-se com especial freqüência a degradação dos recursos naturais sobre os quais se erigiram as civilizações. Uma após outra, civilizações foram florescendo apoiadas sobre determinada base natural e, à medida que cresciam, iam esgotando essa mesma base natural de que dependiam. De modo que, salvo raras exceções, a história do desenvolvimento e do declínio de civilizações se assemelha à imagem bíblica do gigante sobre pés de barro.

Assim, já na Mesopotâmia antiga se registrava a salinização das áreas irrigadas que embasavam sua economia. Na antigüidade clássica, os gregos destruíram suas florestas e exauriram seus campos de cultura, sendo obrigados a lançar-se ao mar. Os romanos empreenderam contra Cartago as Guerras Púnicas,

1 Um estudo cuidadoso desse processo de degradação do meio ambiente desde a pré-história foi organizado por Jean Dorst, sob o título de "Antes que a Natureza Morra", publicado pela editora da Universidade de São Paulo em 1978.

conquistando afinal aquelas então ricas terras agrícolas, onde hoje estão os areais de um deserto sem esperança.

Mais próximos de nós, os portugueses, com escassas possibilidades agrícolas e geograficamente voltados para o mar, tiveram de lançar-se ao Oceano desconhecido, em cujas águas acabaram sepultados a maioria dos jovens embarcados. Esses jovens, cuja ambição encontrava terreno fértil nas encostas já então descampadas e pedregosas de Portugal, onde haviam passado sua infância, e para os quais, por falta de outra escolha, havia que se fazer válido o adágio “navegar é preciso, viver não é preciso”.

No Novo Mundo, assistiu-se ao mesmo processo de rápido desenvolvimento e declínio na economia açucareira das Antilhas, onde, após efêmera riqueza, entraram as ilhas em quase irreversível decadência. O mesmo fenômeno se observou no Nordeste e em outras partes do Brasil, apenas que numa escala de tempo mais dilatada devido à maior extensão de terras por ocupar e exaurir.

No Brasil, já no século XIX, a economia cafeeira veio a ser a pedra angular da riqueza do Segundo Império. Nessa época, a mais importante região cafeeira era o vale do rio Paraíba do Sul, região hoje de morros cobertos por pastos ralos. Não fossem as terras roxas, então virgens em São Paulo, a economia cafeeira teria entrado num rápido colapso. Mais tarde, quando essas mesmas terras se foram transformando em pasto ralo, foi chegando a vez das terras roxas do Paraná.

Assim, a história do gigante em pés de barro continua a se reproduzir, não apenas no Brasil, mas em quase todo o mundo, de forma mais ou menos intensa. E o que assusta ainda mais é que essa forma insustentável de administrar a base natural da civilização não se resume à agricultura. Pelo contrário, é ainda mais intensa na indústria, seja pelo esgotamento de recursos não renováveis, seja pelo impacto da poluição nos ecossistemas.

Mas a história humana não se alimentou apenas de catástrofes. Em vários pontos do planeta e em várias épocas se acumularam conhecimentos sobre formas mais sustentáveis de existência. Talvez o exemplo de maior expressão seja as civilizações orientais baseadas no arroz irrigado. Há pelo menos 40 séculos, essas “civilizações do arroz” ocupam os mesmos terrenos e mantêm, apenas com o uso de recursos locais, rendimentos de 2t a 4t de arroz por hectare. Na época das grandes navegações, já era o Extremo Oriente densamente povoado para os padrões de então, e muito mais opulento que a semibárbara Europa, ainda não bem saída do feudalismo.

Nessa mesma Europa feudal, vamos encontrar durante a Idade Média, sobretudo na França, um padrão de cultivo que consistia numa rotação trienal de trigo, centeio ou cevada e pousio. Tal rotação permitiu colheitas estáveis ao longo de séculos, com rendimentos da ordem de até 2t de grãos por hectare.

No trópico úmido brasileiro, como em outras partes do planeta, os europeus encontraram sistemas relativamente sustentáveis baseados na agricultura e coleta combinadas. O modo de utilização do ambiente consistia na abertura de pequenos roçados, de onde se obtinha a maior parte da energia alimentar, sobretudo a partir da mandioca. As proteínas e nutrientes menores eram obtidos do ecossistema natural, através da caça, da pesca e da coleta de frutos da floresta. A área de roçado era abandonada após um pequeno número de anos, e a floresta se restabelecia. Quanto à caça e à pesca, o esgotamento obrigava a freqüentes deslocamentos. Opinam alguns antropólogos que a razão natural das guerras entre os indígenas à época do descobrimento era o domínio sobre as áreas de coleta de proteínas.

Contudo, nenhum desses três exemplos, nem outros tantos que se poderia mencionar, produziram sociedades em perfeita harmonia com o seu ambiente, tampouco sociedades ideais do ponto de vista social ou humanístico. O feudalismo chinês era socialmente opressivo, ainda que com relativo acerto ecológico. Para os tupis da costa brasileira, os grupos rivais não mereciam clemência, fossem eles tapuias ou de outras hordas também tupis.

Tais exemplos revelam apenas que houve formas de grupos humanos se relacionarem menos predatoriamente com seu ambiente, e que tais formas de relacionamento podem ser reaproveitadas e aprimoradas. O desafio da atualidade consiste em recuperar esses padrões ecologicamente superiores e aprimorá-los à luz do conhecimento hoje disponível.

A revolução da química agrícola

Desde as origens remotas da agricultura até o início do século passado, o declínio do rendimento dos cultivos num determinado terreno ao longo dos anos era um fato líquido e certo. As terras simplesmente se “cansavam”. Para corrigi-lo, ao largo de quase todo o mundo, quantitativamente, apenas dois procedimentos foram conhecidos até meados do século XIX: o descanso ou pousio e a adubação orgânica.

O pousio era a base da relativa estabilidade tanto da rotação trienal da Idade Média francesa como dos roçados ameríndios. O número de anos de cultivo e o tempo de descanso eram variáveis segundo a natureza do terreno, as técnicas de cultivo, as espécies cultivadas e o clima.

Para a recuperação da fertilidade via adubação orgânica, utilizavam-se sobretudo excrementos de animais. No caso das civilizações do arroz, sobretudo fezes humanas. Na Europa, durante a Idade Moderna, havia-se aprendido as vantagens de utilização dos estercos, sobretudo de bovinos. Da mesma forma, etnias agricultoras no Sahel recuperavam seus campos pedindo a etnias pastoras que deixassem seu gado pernoitar nos terrenos a cultivar na estação seguinte.

Ambos os métodos, ainda que eficazes, tinham seus pontos fracos. A utilização do pousio impunha que apenas uma fração da terra disponível podia ser cultivada a cada ano. Essa fração variava segundo o número de anos de pousio e de cultivo. Por exemplo, em sistemas baseados em pousio com bracatinga, praticados hoje no Sul do Paraná, apenas 1/9 da terra pode ser cultivado a cada ano, posto que são 8 anos sob bracatinga para cada ano com milho e feijão.

De modo geral, os sistemas baseados em pousio foram e continuam sendo sustentáveis quando a terra efetivamente disponível é abundante em relação às necessidades do contingente humano. Ao cair a disponibilidade de terra, o sistema entra em colapso devido ao progressivo encurtamento do período de descanso.

Ao contrário do pousio, característico de uma agricultura mais extensiva, a adubação orgânica com excrementos animais e humanos foi e continua sendo característica de sistemas agrícolas mais intensivos, com efetivos humanos mais numerosos em relação à área agrícola disponível. A limitação primordial da recuperação da fertilidade através da adubação orgânica era a quantidade de esterco disponível. Além disso, exigia muito trabalho para o transporte e distribuição do material. Na Europa, onde o esterco era sobretudo o de bovinos, a adubação orgânica impunha ainda a imobilização de grandes áreas para a criação dos animais.

Assim, pousio e esterco eram as receitas conhecidas para a recuperação dos terrenos, quando em meados do século XIX se descobrem os fertilizantes minerais ou adubos químicos. Foi uma grande revolução, cuja magnitude dificilmente pode ser imaginada hoje. Num terreno cansado, uns poucos quilos de adubos químicos podiam fazer aquilo que o pousio levaria anos para conseguir ou que exigiria toneladas de esterco e de esforço humano.

As teorias então vigentes sobre a nutrição das plantas são rapidamente suplantadas pelas evidências da eficiência dos adubos minerais em promover maiores colheitas. Primeiro se descobriu o efeito fertilizante do nitrogênio, seguido de perto pelos outros macronutrientes. Apenas há poucas décadas, já no século XX, seriam descobertos os micronutrientes.

Era tal a confiança nessas descobertas, que Justus von Liebig, considerado o pai da química agrícola, chegou a declarar que em pouco tempo iriam desenvolver algo mais nutritivo e eficaz para os bebês do que o leite materno! Sintomaticamente, foi ali mesmo na Alemanha, berço dessa nova ciência, que seus efeitos indesejáveis foram primeiro percebidos, ensejando o desenvolvimento da mais antiga dentre as modernas escolas de agricultura orgânica, a biodinâmica.

A despeito dessa contestação, a revolução ensejada pelos adubos químicos ia de vento em popa, alicerçada não apenas nos seus evidentes resultados, mas também na sua adequação aos interesses da crescente indústria química. A produção agrícola, antes autárquica e quase auto-suficiente, começava a se tornar cliente da indústria.

Aumenta o problema com pragas

Desde a mais remota antiguidade, os insetos conviveram com a produção agrícola. Contudo, seu aumento vertiginoso a ponto de destruírem as culturas era algo bastante raro. Uma evidência dessa raridade é encontrada na Bíblia. Castigando o rei Faraó, por não libertar os hebreus, Deus lhe mandou, entre outros castigos, uma praga de gafanhotos, que destruiu os trigais do Egito. Tal era sua raridade, que o surto repentino de uma praga apenas podia ser entendido como um castigo dos Céus.

Mais próximo de nós se atribui a Frei Fernão Cardim a observação de que ou o Brasil acabava com as saúvas ou as saúvas acabariam com o Brasil. Cumpre notar que, embora se registrem desde o período colonial os estragos feitos por formigas às roças dos colonos, não há um único registro de fomes ou períodos de escassez causados por formigas, nem nas fontes portuguesas, nem na literatura oral ou mitologia dos vários grupos indígenas do país. Não obstante, o fato é que a difusão dos adubos químicos e sua utilização rotineira foram acompanhadas do crescimento do problema de pragas.

Paralelamente, com os avanços na química do carbono, que no jargão da química é dita "orgânica"[2], desenvolviam-se modernas armas químicas, nas conflituosas primeiras décadas do século XX. Posteriormente, com a proibição das armas químicas, algumas das moléculas básicas se mostraram eficientes como inseticidas, abrindo espaço para o que veio a ser um novo e lucrativo mercado. Embora alguns inseticidas orgânicos já fossem conhecidos há mais tempo, sua expansão resultou sobretudo da confluência do interesse da indústria da guerra com o crescimento do problema das pragas. Num segundo e decisivo passo, a agricultura se ligava por um segundo laço como cliente da indústria química.

Como seria de se esperar, a utilização de inseticidas se expandiu inicialmente nos países industrializados, já sendo corrente no final da década de 1950 nos EUA, na Europa Ocidental e no Japão. Ocupados esses mercados, a expansão é orientada para os países pobres, sobretudo para aquelas culturas que pudessem pagá-los. No Brasil, a grande expansão do uso de inseticidas ocorrerá apenas nos anos 1970, vinculada ao crédito rural subsidiado, quando a liberação do crédito foi condicionada à utilização dos agrotóxicos.

Cresce o problema com doenças e plantas invasoras

Com a utilização corrente de adubos químicos e inseticidas, os sistemas agrícolas puderam simplificar-se significativamente em comparação com os sistemas

2 É necessário distinguir as diferentes acepções do termo orgânico em "química orgânica" e "agricultura orgânica". A química orgânica se ocupa dos compostos em que predomina o elemento carbono, incluindo, além dos produtos naturais, os combustíveis fósseis e todos os seus derivados, tais como tintas, plásticos, fibras sintéticas, etc. Em agricultura orgânica, o termo orgânico é usado para designar o natural, ecológico, derivado diretamente de um organismo vivo, sem artificialismos.

antigos, cuja manutenção da fertilidade e sanidade dependiam de rotações e/ ou de trabalhosos sistemas de adubação orgânica. Assim, numa região onde determinado cereal era a cultura mais lucrativa, esse cereal podia agora ser cultivado em toda a área disponível por anos a fio. As culturas menos lucrativas, as áreas de pastagens, os animais, podiam ser completamente eliminados, em proveito da cultura de maior interesse.

Contudo, o pacote composto de monocultura, adubos químicos e inseticidas foi acompanhado do crescimento de novos problemas sanitários, sobretudo com doenças e plantas invasoras. Tais problemas existiam desde a Antiguidade; os romanos celebravam as Robigálias para proteger seus trigais da ferrugem, e separar o joio do trigo é uma expressão que nos vem da Bíblia. Entretanto, a intensidade de tais problemas assumia agora uma dimensão até então desconhecida.

Novamente, as soluções surgiram da indústria química. Primeiro vieram os fungicidas, que permitiram o controle de várias doenças vegetais cuja intensidade havia crescido. Os fungicidas possibilitaram também o cultivo de determinadas espécies fora daquelas condições normais para as quais haviam evoluído. Por exemplo, o tomate, planta de atmosfera seca, podia agora ser cultivado mesmo sob umidade relativa mais elevada, controlando-se as doenças foliares com esses novos produtos.

O controle de plantas invasoras, que antes se operava pelo pousio ou por rotações, complementados pelo cultivo mecânico, também passava a ser problemático, uma vez que os novos sistemas monoculturais criavam condições para a seleção de espécies invasoras muito bem adaptadas aos nichos disponíveis. Novamente a indústria química veio a oferecer a solução com os herbicidas.

De forma análoga aos adubos nitrogenados, desenvolvidos como corolário da indústria do salitre para pólvora, e dos inseticidas, ligados inicialmente à guerra química, o avanço no desenvolvimento dos herbicidas foi fruto da Guerra do Vietnã. Para combater com pouco risco o inimigo escondido sob a floresta tropical, era necessário desfolhá-la, desenvolvendo-se para essa finalidade o agente laranja[3]. Após o agente laranja foram vindo outros herbicidas, reforçando a posição da indústria química como principal supridora da agricultura.

Os herbicidas causaram uma verdadeira revolução na utilização de mão-deobra pela agricultura, podendo um litro de produto substituir o trabalho de dezenas de homens e realizar o trabalho muito mais rapidamente. Assim, possi-

3 Como os EUA eram signatários do tratado contra armas químicas, demonstraram que tal produto era inócuo a humanos, causando apenas sintomas genéricos como náuseas e dores de cabeça. Terminada a guerra, observaram-se anormalidades no número de dedos dos pés e das mãos nos filhos de soldados vietnamitas expostos a altas doses do produto. Atualmente, nos netos dos soldados afetados, há uma alta incidência de focomielia, má-formação caracterizada pela ausência de braços e pernas, como nas focas. O principal princípio ativo do agente laranja, o 2,4-D, ainda hoje é utilizado entre nós como arbusticida em pastagens. Culturas adubadas com estercos provenientes de áreas tratadas com esse herbicida podem apresentar sério comprometimento em seu desenvolvimento.

bilitaram simultaneamente a expansão das áreas cultivadas, já predominantemente monocultoras, e o despovoamento do meio rural.

O pacote químico se completa

Dessa forma, a década de 1970 viu completar-se o pacote dos insumos químicos: adubos, inseticidas, fungicidas, herbicidas e ainda um conjunto de variedades modernas que ao longo do processo haviam sido selecionadas para bem aproveitar esses insumos. Sem dúvida era um sistema no qual a agricultura se tornara completamente dependente da indústria química. Contudo, ao menos aparentemente, era tão eficiente e produtivo que dispensava explicações. Por essas vantagens, consolidou-se e se transformou, sobretudo nos países industrializados, no modo "convencional" de produção.

Nas décadas seguintes, essa revolução se incorporou às mentalidades dos agricultores, dos agrônomos e dos planejadores. Nas cidades, modificou radicalmente os hábitos alimentares, introduzindo produtos pouco adaptados às condições locais de cultivo. Contudo, tendo isso ocorrido ao longo do tempo, e visto como a face do progresso passou como sendo o rumo natural das coisas. Na Europa e nos EUA, até o início dos anos 1980, e no Brasil, até o início da década de 1990, para a maioria dos envolvidos com a produção agrícola, era pura tolice ou bizarrice tudo o que destoasse desse modelo convencional.

O outro lado da moeda

Contudo, a despeito do sucesso da agricultura convencional segundo alguns critérios, desenvolviam-se, pelo menos desde a segunda década do século XX, movimentos que apontavam em outras direções. Utilizando-se outros critérios, identificavam falhas na proposta dominada pela química, que entendiam não apenas como efeitos colaterais de um bom remédio, mas conseqüências previsíveis e deletérias de um mau remédio. E, dessa perspectiva, propunham-se a desenvolver outras soluções, com base nos exemplos de melhor convivência com os recursos naturais tirados do passado, e no conhecimento científico utilizável então disponível.

Tratados marginalmente por longo tempo, apenas se tornaram visíveis ao grande público quando sua crítica ao método convencional mostrou-se irrefutável. Nas conferências da Organização das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, ocorridas em 1972, 1982 e 1992, materializaram-se as evidências de que os danos causados pela agricultura convencional eram de tal magnitude que urgia mudar de paradigma. A agricultura se tornara a principal fonte difusa de poluição no planeta, afetando desde a camada de ozônio até os pingüins na Antártida, passando pelo próprio homem.

Ao longo desse tempo, o conhecimento desses problemas no meio urbano criara um mercado para os produtos das agriculturas alternativas à convencio-

nal. Esse mercado, hoje designado como mercado orgânico, tornou-se o setor de maior crescimento dentro do mercado de alimentos. O crescimento desse mercado orgânico reflete também uma mudança de atitude da humanidade em relação ao meio ambiente, uma revisão do papel que o homem se atribui no contexto do seu universo.

O contexto da agricultura ecológica

Os métodos alternativos ao convencional e seu crescente mercado não são fatos isolados. Estão inseridos numa profunda mudança na atitude da humanidade frente aos recursos naturais. Desde a mais remota antiguidade, a potência das forças da natureza fazia o homem sentir-se pequeno demais, e a ver o planeta como um campo ilimitado. Assim, até o início dos anos 1960, a atitude predominante era a do temor-domínio. No Ocidente, a atitude histórica diante dessa potência avassaladora e desse campo ilimitado é bem refletida no Gênesis (1:28): "... enchei a terra e submetei-a; dominai sobre os peixes do mar, sobre as aves dos céus e sobre todos os animais que se arrastam sobre a terra."

Enquanto a população humana era relativamente escassa e seu poder de transformação da natureza se restringia à força muscular do homem e dos seus animais, a atitude de temor-domínio foi pouco contestada. Contudo, com o desenvolvimento tecnológico, especialmente após as bombas atômicas sobre Hiroshima e Nagasaki, a humanidade começou a se dar conta de que o campo a ser "enchido e submetido" não era assim ilimitado. O desenvolvimento tecnológico possibilitava agora ao homem transformar o meio ambiente numa tal escala que os mecanismos naturais de reconstituição não eram mais suficientes.

No início dos anos 1960, a publicação de *Silent Spring*, de Rachel Carson, chamou a atenção da opinião pública para os danos que a utilização de inseticidas estava causando ao ambiente, inclusive a grandes distâncias das áreas de aplicação. Nas décadas de 1970 e de 1980 se sucedem as constatações da poluição generalizada do planeta, dos pingüins na Antártida aos ursos polares no Ártico, e se avizinha a exaustão iminente das reservas de importantes recursos naturais. Em 1992, esse conjunto de informações se cristaliza numa série de documentos apresentados e aprovados na Terceira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a ECO-92, no Rio de Janeiro. Nessa época as alterações climáticas não parecem mais especulação e os buracos na camada de ozônio são um fato. A Terra deixara de ser um campo ilimitado; tornara-se um pequeno jardim da humanidade.

Essa seqüência de alterações repercute na atitude do homem diante da Natureza. O temor e o domínio vão sendo substituídos por uma atitude de respeito e convivência. Essa nova atitude caracteriza os documentos dos organismos internacionais sobre as relações do homem com o seu ambiente para o século XXI.

Nesse contexto, a busca de uma agricultura menos dependente de insumos químicos é parte de uma busca maior de desenvolvimento sustentável, tentando conciliar as necessidades econômicas e sociais das populações humanas com a preservação da sua base natural. O processo de desenvolvimento desse conceito de agricultura sustentável e seus contornos históricos podem ser acompanhado no trabalho de E. Ehlers.

As escolas em agricultura ecológica

Embora inicialmente centrados no Ocidente, os sucessos e insucessos do desenvolvimento técnico e econômico ocidental acabaram se espalhando por todo o planeta, juntamente com a expansão econômica da Europa e dos EUA. No Extremo Oriente essa expansão foi fortemente impulsionada pelo Japão, que desde o século passado se orientou para o desenvolvimento industrial no estilo ocidental.

Assim, o modo de produção baseado em insumos químicos, primeiro fertilizantes, depois biocidas, alcançou todos os quadrantes geográficos do planeta, em maior ou menor intensidade, o mesmo ocorrendo com a poluição industrial. Disso resultou que os problemas trazidos pela poluição industrial e pela agricultura quimificada igualmente se generalizaram pelo mundo. Resultou também num grande número de reações, buscando o desenvolvimento de modos de produção mais naturais ou ao menos de menor impacto no ambiente.

Tais reações surgiram quase que simultaneamente em vários países, incorporando elementos da cultura de onde emergiam ao seu corpo filosófico e prático. Nas décadas de 1920 a 1940 organizam-se os primeiros movimentos, que usavam adjetivos como biológico-dinâmico, orgânico ou natural, para se diferenciarem da doutrina dominante centrada na química.

Biodinâmica

A Alemanha, berço da química agrícola, foi também o berço da mais antiga reação, cristalizada em 1924, sob a denominação de *Biologische Dynamische Landwirtschaft*, mais tarde disseminada como biodinâmica. Esse movimento teve como figura central o filósofo Rudolf Steiner, cujas idéias alicerçaram a investigação de várias gerações de agrônomos e agricultores. O motivador imediato dos agricultores que buscaram esse novo método era o rápido declínio das lavouras e criações submetidas às tecnologias de ponta de então, centradas nos adubos químicos. Detalhes sobre esse método podem ser encontrados em Köpf *et al*. (1983).

Esse método preconizava a moderna abordagem sistêmica, entendendo a propriedade como um organismo e destacava a presença de bovinos como um dos elementos centrais para o equilíbrio do sistema. Foi bastante difundido nos países de língua e/ou

influência germânica. A escola biodinâmica foi a primeira a estabelecer um sistema de certificação para seus produtos. O método biodinâmico de agricultura é acompanhado na educação pela Pedagogia Waldorf e na saúde pela Medicina Antroposófica.

No Brasil, a agricultura biodinâmica foi inicialmente ligada à colônia alemã, estabelecendo-se pioneiramente em Botucatu numa fazenda chamada Estância Demétria. Posteriormente, essa unidade foi assumindo novas funções e se desmembrando em outras organizações, que são atualmente ativas na formação de pessoal, certificação e divulgação.

Orgânica

Na Inglaterra surge a corrente denominada *Organic Agriculture*, que mais tarde se dissemina pelos Estados Unidos com o mesmo nome. Sua figura central foi o agrônomo Albert Howard, com extensa experiência na Índia, então colônia britânica. Howard observava que a adubação química produzia excelentes resultados nos primeiros anos, mas depois os rendimentos caíam drasticamente, enquanto os métodos tradicionais dos camponeses indianos resultavam em rendimentos menores, mas constantes.

O fertilizante básico dos indianos era preparado misturando-se excrementos animais com restos de culturas, cinzas, ervas daninhas, o que resultava num *compost manure (*esterco composto), de onde se originou o termo "composto", hoje corrente. Após mais de três décadas de observação, experimentação e reflexão, Howard publica *An Agricultural testament*, em 1940, ainda hoje um clássico em agricultura ecológica.

Essa escola organiza um considerável esforço de convencimento, através da organização The Soil Association, que atualmente funciona como uma certificadora. Irving Robert Rodale levou essa escola para os Estados Unidos, onde ela se difundiu através de seu grande esforço de divulgação, hoje concretizado no complexo Rodale na Pensilvânia.

A escola orgânica inglesa se fundamenta no âmbito da agricultura e dos recursos naturais, não se ligando a nenhuma concepção de caráter filosófico-religioso.

Natural

No Japão, nas décadas de 1930 e 1940, desenvolveu-se um movimento de caráter filosófico-religioso, cuja figura central foi Mokiti Okada, e que resultou numa organização conhecida como Igreja Messiânica. Um dos pilares desse movimento foi o método agrícola denominado *Shizen Noho*, traduzido como o "método natural" ou agricultura natural.

Esse método foi influenciado pelo fitopatologista Masanobu Fukuoka, preconizando a menor alteração possível no funcionamento natural dos

ecossistemas, alimentando-se diretamente do Zen-Budismo. Constitui uma das mais ricas fontes de inspiração para o aprimoramento das técnicas de produção orgânica.

Mais recentemente, a agricultura natural tem se concentrado na utilização de microrganismos benéficos à produção vegetal e animal, conhecidos pela sigla EM (do inglês, microrganismos eficazes). Esses microrganismos foram selecionados pelo Professor Teruo Higa, da Universidade de Ryukiu, e são difundidos e comercializados pela Igreja Messiânica.

No Brasil, a difusão inicial desse método esteve ligada à colônia japonesa, em cujo seio a Igreja Messiânica se estabeleceu. Atualmente a Agricultura Natural inclui braços empresariais, voltados à comercialização e à certificação.

Biológica

Já incorporando a crítica aos produtos do pós-guerra, no início dos anos 1960, organiza-se na França o movimento de agricultura ecológica cujos fundamentos teóricos serão sistematizados por Claude Aubert no livro *L'Agriculture Biologique: pourquoi et comment la pratiquer,* publicado em 1974. Similarmente à agricultura orgânica de Howard, a proposta sintetizada por Aubert não se vincula a uma doutrina filosófica ou religiosa particular. Esboça-se como uma abordagem técnica sobre o pano de fundo de um relacionamento mais equilibrado com o meio ambiente e de melhor qualidade dos produtos colhidos.

A síntese organizada por Aubert beneficia-se já de considerável experiência acumulada nos 50 anos anteriores, delineando com maior riqueza de detalhes os fundamentos técnicos e científicos da nova agricultura.

Alternativa

Nos anos 1970, após as crises do petróleo, e especialmente nos anos 1980, os movimentos de agricultura ecológica se multiplicariam ainda mais pelo planeta, impulsionados pelo movimento de contracultura e pela crescente consciência da gravidade e da generalização dos problemas ambientais. Essa consciência faz ampliar-se grandemente o mercado para os produtos ecológicos.

Esse é o ambiente nos Estados Unidos, quando as crises do petróleo expõem subitamente à sociedade americana a fragilidade da sua agricultura, umbilicalmente dependente de combustível fóssil. Agricultura essa que, assimilando totalmente o pacote da revolução iniciada pelos fertilizantes minerais e completada com os herbicidas, era até então o modelo supremo de eficiência em todo o mundo.

O governo americano toma então para si a responsabilidade de identificar alternativas para a solução dessa dependência, mobilizando para isso recursos humanos e materiais. É o primeiro reconhecimento oficial de que o modelo baseado em agrotóxicos e adubos químicos apresentava problemas sérios e que havia modelos alternativos que os contornavam.

Os estudos então conduzidos focalizaram propriedades que nas décadas anteriores haviam aderido, total ou parcialmente, às propostas das escolas anteriores, sobretudo à orgânica e à biodinâmica. Evidenciaram que várias das propostas constituíam alternativas interessantes para melhorar o aproveitamento dos recursos energéticos, com produtividades compatíveis com as médias regionais.

Coletivamente, as técnicas estudadas foram denominadas de *Alternative Agriculture,* título também utilizado numa obra hoje clássica no assunto, capitaneada pelo Professor John Pesek, da Universidade de Iowa, a pedido e com recursos do Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos e publicada em 1989.

Uma interessante constatação é que tais propriedades não haviam criado técnicas revolucionárias, mas simplesmente aplicado de forma cuidadosa os conhecimentos e recomendações da agronomia tradicional, apenas excluindo os agroquímicos.

Agroecológica

Na América Latina surge o movimento que se denominaria de Agroecologia, procurando atender simultaneamente às necessidades de preservação ambiental e de promoção sócio-econômica dos pequenos agricultores. Em face da exclusão política e social desses agricultores, esse movimento caracterizou-se por uma clara orientação de fazer crescer seu insignificante peso político nas sociedades latino-americanas.

Destaca-se nesse movimento o chileno Miguel Altieri, atualmente professor da Universidade da Califórnia em Berkeley, que popularizou a disciplina da Agroecologia. O trabalho de Altieri ligou as pontas da valorização da produção familiar camponesa com o movimento ambientalista na América Latina.

Pela natureza da sua proposição, fazendo convergir a preocupação ambiental com a grave e crônica questão social latino-americana, essa escola encontrou meio fértil no seio de organizações não governamentais ligadas ao desenvolvimento de comunidades rurais de pequenos agricultores. No Brasil, destaca-se, pela sua abrangência geográfica e capacidade de articulação, a ONG AS-PTA, que inclusive tem mantido um significativo esforço editorial. Dentre outras ONGs participantes dessa articulação, destacou-se o trabalho do Centro de Agricultura Ecológica em Ipê, na Serra Gaúcha, pela divulgação do uso de fermentados de esterco bovino, no espírito da Teoria da Trofobiose, formulada por Francis Chaboussou.

Permacultura

Nesse mesmo período, desenvolve-se na Austrália o movimento da Permacultura, uma vertente extremamente profícua cujos conceitos criariam modelos sobretudo para as regiões menos bem dotadas de recursos naturais. Desenvolvendo a idéia da criação de agroecossistemas sustentáveis através da simulação dos ecossistemas naturais, o movimento de permacultura caminha para a priorização das culturas perenes como elemento central da sua proposta. Dentre as culturas perenes, destacam-se as árvores, das quais se procura espécies para suprir o maior número possível das necessidades humanas, do amido ao tecido. O movimento de permacultura tem como ideólogos Bill Mollisson e seus colaboradores.

A permacultura ocupa-se também de assuntos urbanos, tais como a construção de cidades ecologicamente adaptadas, minimizando as necessidades de energia, materiais e esforços externos e maximizando os mecanismos naturais que podem contribuir para a satisfação das necessidades urbanas.

Para o Brasil, um país de natureza predominantemente florestal, o potencial de contribuição que sistemas permaculturais podem dar a uma economia sustentável ainda está quase totalmente inexplorado. Ao lado de e convergente com a proposta de Fukuoka, a permacultura propõe um modo inteiramente novo de enfocar a agricultura, utilizando a natureza como modelo.

Orgânica como coletivo

Com o seu desenvolvimento em número e em qualidade, e também com o crescimento do mercado para seus produtos, os movimentos de produção sem agroquímicos sentiram a necessidade de criar uma organização em nível internacional, tanto para o intercâmbio de experiências como para estabelecer os padrões mínimos de qualidade para os produtos de todos os movimentos. Decide-se pelo termo "agricultura orgânica" para designar o conjunto das propostas alternativas, fundando-se em 1972 a *International Federation of Organic Agriculture Movements* - IFOAM.

A IFOAM passa a estabelecer as normas para que os produtos pudessem ser vendidos com o seu selo "orgânico". Tais normas, além de proibirem os agrotóxicos, restringem a utilização dos adubos químicos e incluem ações de conservação dos recursos naturais. Incluem ainda aspectos éticos nas relações sociais internas da propriedade e no trato com os animais.

A partir desse momento, as várias escolas surgidas no processo vão sendo coletivamente chamadas de agricultura orgânica, e sua definição fica claramente expressa em normas. A diferenciação entre as várias escolas tende a se diluir através do intercâmbio de experiências, envolvendo conceitos, práticas e produtos.

No final dos anos 1980, a agricultura orgânica não é mais um movimento rebelde. Por um lado, as premissas em que se baseava a contestação do método

convencional haviam se mostrado verdadeiras. Os danos causados à saúde do homem e do ambiente eram muito evidentes. Não havia mais como escondê-los ou negá-los. Por outro lado, o crescimento do mercado orgânico e a necessidade de proteção do consumidor levaram muitos países a criar legislações específicas.

Na virada do século, a contestação havia sido incorporada pelo mercado, tornando-se o setor de maior crescimento no mercado de alimentos e obrigando a se repensar oficialmente os rumos da agricultura mundial.

No Brasil, a entidade mais antiga nessa linha é a Associação de Agricultura Orgânica, com sede em São Paulo. Essa associação comporta como sócios desde pessoas físicas até instituições, tendo um caráter, por assim dizer, federativo.

Sustentável

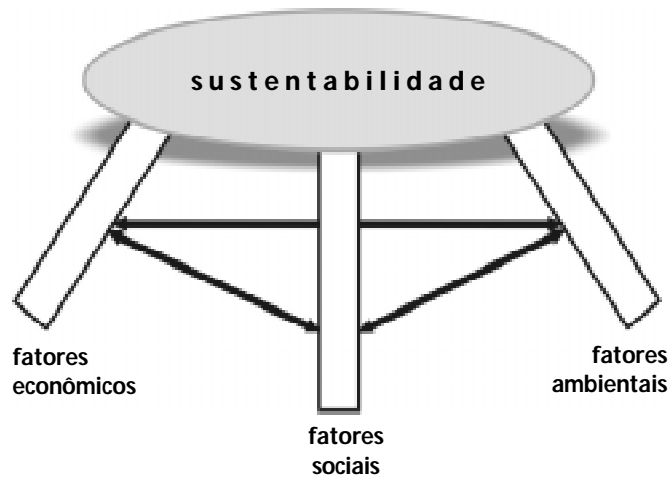
Para os organismos internacionais, especialmente a Organização das Nações Unidas, a postura predominante até o início dos anos 1970 era a de que toda a contestação ao modelo convencional era improcedente. Contudo, o acúmulo de evidências em contrário foi obrigando a uma mudança na postura oficial.

Na seqüência de conferências sobre o desenvolvimento e o meio ambiente de 1972, 1982 e 1992, foi-se tornando cada vez mais evidente que tanto o padrão industrial quanto o agrícola precisavam de mudanças urgentes. Ambos haviam se desenvolvido com a premissa do campo ilimitado, mas agora o planeta se mostrava pequeno em face da voracidade no consumo de matérias pela indústria e pela agricultura.

A poluição dos ecossistemas havia atingido tais proporções que ameaçava as bases de sustentação da vida. A contaminação das águas doces e dos oceanos, a destruição da camada de ozônio, o comprometimento das cadeias tróficas, os resíduos de agrotóxicos no leite materno e na água das chuvas, as chuvas ácidas, tudo isso infelizmente não eram mais especulações ou alarmismo, mas fatos concretos e fartamente documentados. A agricultura, em particular, tornara-se a maior fonte de poluição difusa do planeta. A situação era claramente insustentável.

Em face dessa situação, urgia definir-se um novo norte, que apontasse para a correção desses problemas. Desenvolve-se, assim, o conceito de sustentabilidade, entendido como o equilíbrio dinâmico entre três ordens de fatores: os econômicos, os sociais e os ambientais (Figura I.1).

No caso da agricultura, havia já considerável acúmulo de experiências que se aproximavam do ideal de sustentabilidade, particularmente dentro do coletivo designado como orgânico. Contudo, em termos dos organismos

Figura I.1
O tripé da sustentabilidade

internacionais, havia uma impossibilidade política de declarar a agricultura orgânica como novo paradigma, por dois motivos. O primeiro, porque a proposta orgânica apresentava ainda lacunas técnicas no que se referia ao seu uso em escala ampliada. O segundo, e mais importante, os países membros mais ricos sediavam as maiores corporações que lucravam com o método convencional, e por isso não subscreveriam uma proposta que ferisse seus interesses comerciais imediatos.

Assim, cria-se o termo agricultura sustentável, como tentativa de conciliar as expectativas sociais de alimento e ambiente sadios com os interesses dessas corporações. Por essa razão, o termo agricultura sustentável comporta muita nebulosidade. No passado recente, no Brasil, realizaram-se grandes eventos patrocinados por empresas produtoras de agrotóxicos, que se auto-atribuíram o qualificativo de sustentável.

Por isso, a agricultura sustentável, embora representando um avanço, por ser um reconhecimento oficial da inadequação do modelo convencional, não deixa de ser também um retrocesso em relação à agricultura orgânica, cujas normas são absolutamente claras.

Ecológica

Para o grande público, até o final da década de 1970, o termo ecologia não existia. A ecologia era apenas uma disciplina da biologia, que se ocupava do estudo da interação de determinada espécie com o seu meio, restrita aos meios acadêmicos. Com a crescente conscientização da magnitude dos problemas ambientais, o termo foi ganhando o grande público, sempre associado à preservação ou recuperação do meio ambiente.

Ao se focalizar todas as escolas designadas pelo coletivo “orgânico”, e inclusive a nebulosa “sustentável”, é notório que todas apontam no sentido de uma melhor convivência com o meio ambiente. Algumas universidades européias e também parte do movimento orgânico no Brasil usam o adjetivo “ecológica” no mesmo sentido de “orgânico” como coletivo.

Por um lado, esse termo geralmente não está tão associado às normas quanto o orgânico. Por outro, não é normalmente tão fugaz quanto o sustentável. Por assim dizer, ele permite identificar claramente o caminho, sem se engessar dentro de normas rígidas. Salvo onde possam ocorrer confusões, os termos ecológico e orgânico são utilizados nesse livro indistintamente e como coletivo para todas as escolas.

A produção orgânica no Brasil

No Brasil, a década de 1970 foi o período áureo da expansão no uso de agrotóxicos, vinculada ao crédito rural dos governos militares. Nessa época, as poucas vozes que se levantaram contra o padrão agroquímico provinham do meio agronômico e eram fortemente hostilizadas e ridicularizadas. Dentre essas várias vozes, destacaram-se pela sua exposição pública e pelo seu alcance as de José Lutzemberger, Ana Maria Primavesi e Adilson Paschoal. Mais tarde, o tempo viria a mostrar que, no essencial, o que essas vozes planteavam seria o caminho das décadas seguintes.

Nos anos 1980 e especialmente nos 1990, as organizações ligadas à produção orgânica se multiplicaram, cresceu o número de produtores e a produção se expandiu em quantidade, diversidade e qualidade. Há vinte anos, o mercado se restringia a umas poucas feiras de produtores e à venda de cestões semanais diretamente ao consumidor. Atualmente, estas feiras estão presentes em praticamente todas as capitais do Centro-Sul do país. As feiras se enquadram perfeitamente na filosofia do movimento orgânico, que preconiza a comercialização direta do agricultor ao consumidor, de modo a: (1) estabelecer uma relação personalizada e de cooperação entre o produtor e o consumidor e (2) possibilitar maiores ganhos aos agricultores e menores preços aos consumidores.

Contudo, a forte demanda por produtos orgânicos tem levado as grandes redes de supermercados a estabelecerem estandes específicos num número crescente de lojas no Centro-Sul. Essa expansão tem forçado a organização de um mercado atacadista e tem levado à incorporação dos produtos orgânicos às vias formais de distribuição. Atualmente, o crescimento desse mercado é estimado em 30% ao ano, mas não há dados oficiais.

A produção orgânica no Brasil inclui hortaliças, soja, açúcar mascavo, café, frutas (banana, citros), cereais (milho, arroz, trigo), leguminosas (feijão, amendoim), caju, dendê, erva-mate, plantas medicinais e vários produtos de menor

expressão quantitativa. A produção animal orgânica é ainda muito restrita, constituindo uma das áreas de maior possibilidade de retorno dentro do mercado orgânico. Há iniciativas na produção de aves de postura e de corte, bovinos de leite e carne, suínos e abelhas. Os principais produtos exportados têm sido a soja, o café e o açúcar, mas a evolução do mercado e das iniciativas de produção tem sido muito rápida.

Observa-se um descompasso entre os anseios da população consumidora por produtos limpos e a percepção pelos agricultores e distribuidores das oportunidades de negócios que tais anseios representam. Para esse atraso contribui também o despreparo dos técnicos e agricultores, ainda mentalmente dependentes dos agroquímicos. Por essa razão, o treinamento de técnicos e agricultores costuma ser a primeira fase das iniciativas de produção orgânica. A agricultura orgânica utiliza menos insumos materiais que a agroquímica, mas exige muito mais de um produto intangível: o conhecimento.

Essa menor dependência de insumos materiais levanta contra a produção orgânica o peso econômico da indústria química, o que tem retardado o desenvolvimento de soluções que prescindam de produtos comprados. A própria indústria, por seu turno, tem investido no desenvolvimento de produtos biotecnológicos, supostamente mais simpáticos aos olhos dos consumidores. As primeiras indústrias com patentes de produtos biotecnológicos já alardeiam à opinião pública os danos que as concorrentes causam com seus produtos químicos tóxicos. Não obstante, a oposição entre o movimento orgânico e a indústria não cessou, posto que o movimento procura estimular o funcionamento dos controles naturais existentes em cada propriedade agrícola, enquanto a indústria continua trabalhando no sentido de os agricultores terem de comprar anualmente seus insumos.

Do ponto de vista técnico, a agricultura ecológica tem sido relativamente bem sucedida, apesar de o apoio da investigação científica e assistência técnica oficiais ter sido quase nulo até muito recentemente. O desenvolvimento tem sido mais rápido e tecnicamente mais sólido onde se estabelecem políticas públicas voltadas para esse fim, seja no nível dos municípios ou dos estados. Tecnologicamente, os sistemas orgânicos costumam apresentar elementos recuperados de bons exemplos do passado, combinados com procedimentos de ponta em termos de manejo de microrganismos, controle fitossanitário, variedades, máquinas e insumos ecologicamente corretos.

Persistem lacunas tecnológicas em algumas culturas, notadamente naquelas que também são as mais problemáticas na agricultura convencional, tais como a batatinha, o tomate, o algodão e as uvas européias, dentre outras. Contudo, com o foco da pesquisa tendo recentemente se voltado para a busca de soluções ambientalmente melhores, tais lacunas provavelmente acabarão sanadas em pouco tempo, a exemplo de outras já resolvidas.

Outra solução também possível, mas ainda incipiente, é a reeducação do consumidor, eliminando ou reduzindo os produtos cuja produção é mais problemática. Vale lembrar que produção problemática freqüentemente é indicação de falta de adaptação evolutiva da espécie para o ambiente onde o problema se observa. Plantas bem adaptadas, em ambientes bem manejados, normalmente produzem bem, a despeito de pragas e doenças.

O corpo conceitual da agricultura sem agrotóxicos

No Brasil, houve grandes discussões no meio agronômico a partir do final da década de 1970 e que se estenderam por quase toda a de 1980. De um lado, estava um pequeno grupo, que salientava os efeitos indesejáveis da produção centrada em insumos industriais. Do outro lado, estava todo o *establishment* agronômico. Para o grupo majoritário, à época, os problemas causados pelo modelo convencional ao ambiente e à saúde humana eram vistos como um alarmismo sem fundamento. Quando muito, esses problemas eram considerados pequenos efeitos colaterais de um bom remédio. E, como supostamente não havia outra alternativa, era necessário aceitá-los como preço da solução.

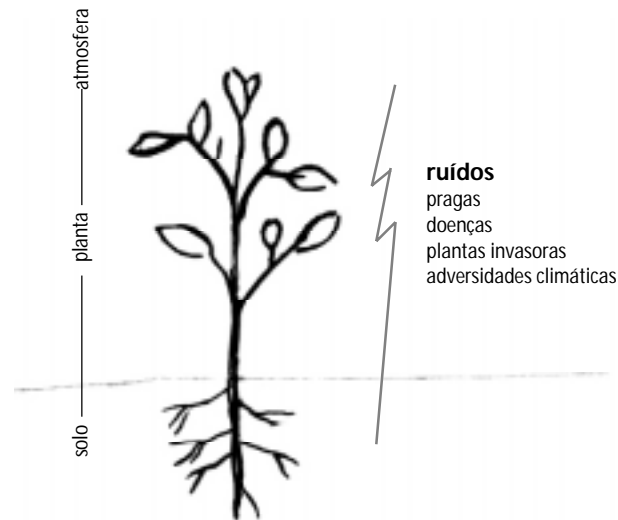
O controle biológico de pragas era visto como uma elegante elucubração de cientistas excêntricos. A economia de fertilizantes minerais era tida como uma impossibilidade aritmética. O autor deste livro, à época estudante de agronomia, ouviu algumas vezes seus mestres se referirem pejorativamente ao controle biológico de pragas como uma bela "filosofia" e que a melhor adubação orgânica era sem dúvida o NPK.

Da química e da mecânica à ecologia: a abordagem integrada

Na verdade, o pano de fundo dessa discussão era o corpo conceitual da agronomia. À tradicional abordagem compartimentalizada dos fatos agronômicos, opunha-se uma ainda incipiente abordagem integrada. Isso implicava mudar o eixo da agronomia, da mecânica e da química para a biologia, especialmente para a ecologia. A Figura I.2 apresenta um esquema do modelo conceitual dominante à época.

O foco da ciência agronômica era a relação solo-planta-atmosfera. Daí a ênfase nos estudos de adubação, relações hídricas e variedades melhoradas apenas em termos de produção bruta. Os ataques de pragas e doenças, deficiências minerais, adversidades climáticas, eram compreendidas como ruídos ao bom funcionamento da produção, ruídos esses cuja dinâmica era alheia à dinâmica da produção.

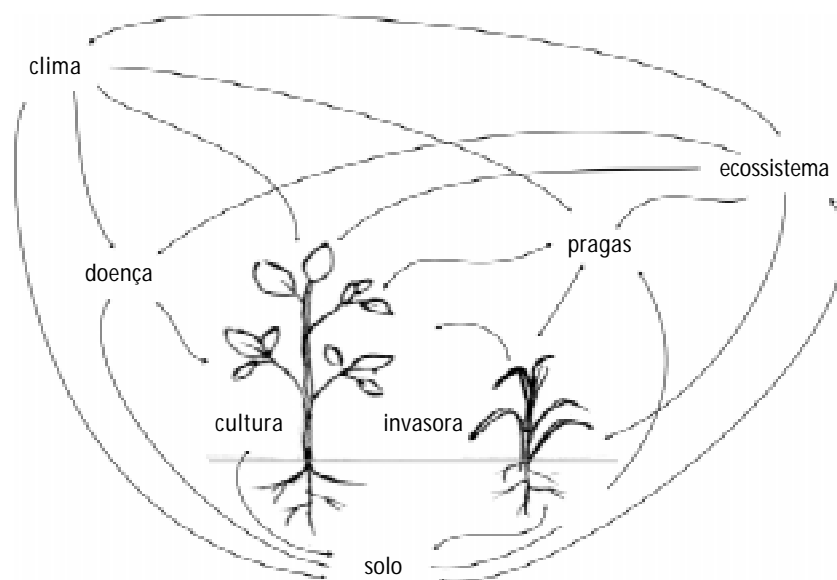
Nessa linha de raciocínio, não havia porque procurar, por exemplo, relações entre a adubação mineral e a incidência de pragas, ou entre o sistema de manejo do solo e as deficiências minerais. Tais relações seriam esdrúxulas, posto que as causas de um ruído, por definição, estavam fora do campo de estudo observado.

Figura I.2
Representação esquemática do pensamento agronômico convencional

Observar que os ruídos são independentes, alheios, atrapalhando o normal funcionamento da relação solo-planta-atmosfera.

Por seu lado, o grupo minoritário propunha que esses ruídos não eram ruídos, mas conseqüências esperadas dos métodos da agroquímica, e que a aritmética era insuficiente para destrinchar as relações entre as plantas e os nutrientes minerais, que exigiam mais matemática do que simplesmente aritmética. Era a aplicação na produção agrícola dos conceitos da ecologia (Figura I.3). Em ecologia, raramente um fenômeno está ligado a uma única causa ou tem uma única conseqüência. A regra é que a cada fato se ligam vários outros, como causa, conseqüência ou outras implicações.

Um notável e pioneiro exercício dessa agronomia de múltiplas causas e múltiplos efeitos, ainda atual, foi o "Manejo Ecológico do Solo", publicado em 1980 por Ana Maria Primavesi, professora da Universidade Federal de Santa Maria. Resultado de anos de trabalho seu e de seu marido Artur Primavesi, também agrônomo e então já falecido, o "Manejo Ecológico do Solo" se diferenciava de todo o material para estudo de agronomia até então disponível.

Era um livro de agricultura real, em que se imbricavam a fisiologia vegetal, a nutrição mineral, a conservação do solo, o controle do ambiente, o ataque de pragas e doenças, o manejo dos animais, e outras tantas facetas dos ecossistemas agrícolas. A abordagem dos problemas era integrada, em oposição à compartimentalização dominante e que ainda persiste. Determinada praga não era um ruído, podia ser uma das conseqüências da carência de um micronutriente, que por sua vez se tornara indisponível devido à compactação do solo, que por

Figura I.3
Representação esquemática do modelo conceitual da agricultura ecológica

Observar que as interações são partes do funcionamento normal da natureza.
Ocorrem mesmo que sejam ignoradas, transformando-se então em ruídos.
Pontas duplas indicam interação em ambos os sentidos.

sua vez resultara do revolvimento excessivo e da adubação química. E em cada um desses passos, outras tantas variáveis poderiam ser consideradas.

A planta doente gera suas pragas

Nesse mesmo ano de 1980, o pesquisador francês Francis Chaboussou publica na França "*Les Plantes Malades des Pesticides*", que seria publicado no Brasil em 1987, como "Plantas Doentes pelo Uso de Agrotóxicos - a Teoria da Trofobiose". O livro de Chaboussou reúne evidências, de trabalhos do próprio autor e da literatura científica, de que tanto pesticidas quanto fertilizantes podem alterar a composição da seiva vegetal, tornando-a mais propícia à multiplicação de pragas e doenças.

Embora de amplitude menor e de caráter mais disciplinar, o livro de Chaboussou veio a se somar em nosso meio ao trabalho de Ana Primavesi, para romper o tabu do pensamento agronômico convencional (Figura I.2) de que as pragas e doenças consistiam em "ruídos" ligados à dinâmica "macro" do ambiente e não à condição "micro" de cada planta. Uma conseqüência da queda desse tabu: se a intensidade do ataque das pragas e doenças dependia em importante medida das condições da própria planta, então seria possível conduzir lavouras orgâni-

cas em áreas circundadas por cultivos convencionais. De fato, o desenvolvimento posterior da produção orgânica viria a demonstrar que essa idéia era verdadeira na maioria dos casos.

O controle biológico de pragas

Não obstante, a descoberta das relações entre a composição interna das plantas e a incidência de pragas e doenças não implica que os fatores do ambiente circundante não sejam importantes. Miguel Angel Altieri, um dos mais conhecidos entomólogos no movimento orgânico latino-americano, tem centrado seus estudos na dinâmica das populações de insetos e de seus inimigos naturais para explicar a menor ocorrência de pragas na agricultura ecológica.

A idéia de se controlar organismos indesejáveis através da introdução de seus inimigos naturais é antiga, e foi exercitada desde a mais remota antiguidade. Um dos exemplos mais prosaicos é o controle de ratos com gatos. A utilização de organismos inferiores como meio de controle foi utilizada no povoamento ibero-africano da América para dizimar populações indígenas, através da introdução de pessoas doentes entre os índios.

Contudo, para fins agrícolas, dois casos clássicos ocorreram na Austrália. Na década de 1920, operou-se o controle da palma forrageira (*Opuntia inermis*) com uma borboleta do Uruguai e Norte da Argentina (*Cactoblastis cactorum*), e na década de 1950, o do coelho com o vírus da mixomatose, este coletado no Brasil. Apesar disso, após a Segunda Guerra, os inseticidas invadem o planeta, de modo que as idéias de controle biológico perdem o atrativo e as fontes de financiamento para pesquisa. No final da década de 1970, o assunto era tratado nas escolas de agronomia no Brasil como uma elegante possível solução, porém mais próxima da poesia do que da aplicação prática, apesar de já no início dessa mesma década o Instituto Biológico do Estado de São Paulo haver criado uma Seção de Controle Biológico de Pragas.

O controle biológico vai recobrando fôlego à medida que os problemas ambientais e de saúde e causados pelos agrotóxicos vão se evidenciando e não mais podem ser negados. Inicialmente, esse novo fôlego é direcionado às situações em que o controle químico se mostra antieconômico, particularmente nas grandes monoculturas com baixo preço unitário do produto final, como a madeira, a cana-de-açúcar e a soja.

Atualmente, um número significativo de pragas é controlado por inimigos naturais artificialmente introduzidos, incluindo fungos, vírus, bactérias, predadores, parasitas e parasitóides. Dentre as pragas controladas, menciona-se a broca da cana-de-açúcar, a lagarta da soja, o moleque-da-bananeira, a cigarrinha das pastagens, o mandarová da mandioca, várias lagartas de hortaliças, o pulgão do trigo, etc.

Esse *controle biológico clássico* consiste na criação artificial de inimigos naturais e sua posterior liberação massal nas culturas. Embora utilizando esse método clássico, há um grande destaque na produção orgânica ao *controle biológico natural*, que, em lugar de criar artificialmente os inimigos naturais, procura prover nichos para sua manutenção nas próprias áreas de cultivo. Com esses nichos, permite a instalação de diversos inimigos naturais para cada praga, tornando mais eficiente o controle.

Do ponto de vista prático, a criação desses nichos se dá pela manutenção da biodiversidade de insetos, a qual é obtida pela biodiversidade na flora. Essa é uma das razões da importância atribuída na produção orgânica às reservas naturais, cercas-vivas, quebra-ventos e às comunidades de plantas invasoras.

Além de proteger os inimigos naturais das pragas, a biodiversidade vegetal constitui uma fonte de alimentação alternativa às pragas, diminuindo a pressão sobre as lavouras. Nesse particular, a produção orgânica trabalha com um conceito que contrasta frontalmente com o convencional. Uma planta de serralha (*Sonchus oleraceus*), muito atacada por pulgões, será mantida numa plantação de repolho, porque é um alimento alternativo à praga e um ponto de partida para a multiplicação dos inimigos naturais. Na produção convencional, ela seria sumariamente destruída para evitar a colonização do repolho.

O solo é um organismo vivo

Outro conceito que veio a ser ultrapassado pela abordagem integrada era a de que o solo é um corpo mineral. No livro "Natureza e propriedades dos solos", de N. C. Brady, um dos livros-texto mais usados para o ensino de ciência do solo agrícola, o solo é definido como *"um conjunto de corpos naturais, sintetizado em forma de perfil, composto de uma mistura variável de minerais despedaçados e desintegrados e de matéria orgânica em decomposição, que cobre a terra com uma camada fina e que fornece, desde que contenha as quantidades necessárias de ar e de água, amparo mecânico e subsistência para os vegetais"* (edição de 1980).

Tal definição, embora não falsa, é incompleta. Ela salienta os aspectos morfológicos do solo, por assim dizer, mortos, enquanto as evidências já de algumas décadas apontam para o fato de que, especialmente no trópico úmido, as boas propriedades do solo estão fundamentalmente ligadas à sua atividade biológica, viva. Por essa razão, o manejo do solo em agricultura orgânica é orientado para a ativação e a alimentação dessa fração viva, cuja atividade define, dentro de certos limites, as características físicas e químicas do solo.

Nessa linha de raciocínio, o solo é enfocado como um organismo, cuja vida exige alimentação e proteção. A alimentação se faz com a biomassa e oxigênio, para a nutrição dos microrganismos e, sobretudo da mesofauna. A proteção se refere especialmente à incidência direta do sol e da chuva, visando à manutenção da umidade, da temperatura e da porosidade propícias ao desenvolvimento dos organismos do solo.

Em termos de ciências básicas, essa mudança de enfoque do solo corresponde à passagem da química e da física para a ecologia como referencial básico de raciocínio. Na ecologia, dentro de cada ecossistema, o solo é o mais complexo estrato de desenvolvimento de relações bióticas, funcionando como uma camada de absorção das oscilações no ambiente. Esse poder tampão dos bons solos é muito conhecido no que se refere à água, que é armazenada durante os dias de chuva para ir sendo posteriormente liberada. Contudo, do ponto de vista agrícola, o poder tampão do solo se refere também às populações de insetos, uma vez que muitas espécies aí passam uma fase de suas vidas, bem como seus inimigos naturais.

Analogamente, compreende-se o aforismo bastante apreciado na produção orgânica de que a adubação deve nutrir o solo, em lugar de simplesmente fornecer elementos minerais à cultura em crescimento. O foco deixa de ser a cultura, tendo o solo como mero substrato, e passa a ser o próprio solo, cuja dinâmica biológica se quer estimular.

Contudo, vale salientar que a idéia dominante de que o solo agrícola é um corpo de natureza mineral não é falsa, dentro do contexto da produção centrada na agroquímica. Uma vez que o solo seja compreendido como mineral, e se lhe apliquem tratos químicos e mecânicos, ele se tornará um corpo preponderantemente mineral, perdendo aquelas características dependentes da atividade biológica. O solo vai morrendo, se “mineralizando”, restando como corpos vivos no seu interior apenas as raízes das culturas e os organismos que lhe são associados, mormente pragas e doenças.

À medida que o solo vai morrendo, observa-se uma queda no rendimento das culturas e/ou na sua resposta à própria adubação mineral. Para compensar a perda progressiva na resposta à adubação mineral, doses cada vez maiores de agroquímicos vão se tornando necessárias. A velocidade da queda no rendimento das culturas devida ao decréscimo da atividade biológica no solo depende das características mineralógicas do terreno. Onde as características mineralógicas são excepcionalmente boas, como nas terras roxas, a queda no rendimento poderá levar de uma a duas décadas. Em terrenos com predominância de argilas mais intemperizadas, a queda é observada em poucas safras.

Em solos nos quais a fração húmus responde pela maior parte da capacidade de retenção de nutrientes catiônicos, mesmo aplicações crescentes de agroquímicos podem não resolver. É o caso de muitos latossolos e podzolizados derivados de material altamente intemperizado, que ocorrem em todo o país, mas são especialmente abundantes no Brasil Central e na Amazônia.

De maneira oposta, quando o manejo é orientado para o estímulo à atividade biológica, incluindo a mesofauna e os microrganismos, através do fornecimento de biomassa e da proteção do solo, o declínio da produtividade das lavouras tende a ser consideravelmente mais lento. Nesse caso, o declínio está ligado à

extração dos nutrientes minerais, que podem ser repostos através da aplicação de produtos naturais ricos nesses nutrientes. Esses nutrientes são solubilizados por vários tipos de organismos presentes na biota dos solos, incluindo plantas superiores, fungos, bactérias, liquens, etc. Dentre essas fontes de nutrientes minerais, são freqüentes os pós de rochas e produtos de origem marinha.

A manutenção da fertilidade dos terrenos através da utilização sistemática da biomassa e aplicação complementar de fontes de nutrientes minerais pode soar como novidade para meio agronômico atual, formado na era da agroquímica. Contudo, já era claramente expresso em 1911 por R. H. King, então chefe da Divisão de Manejo de Solos do Departamento de Agricultura dos EUA, em seu livro *Farmers for Fourty Centuries* (Agricultores por quarenta séculos) referindo-se a sistemas agrícolas da China, Coréia e Japão.

A diversificação das propriedades

O equilíbrio biológico das propriedades, bem como o equilíbrio ambiental e o equilíbrio econômico de grandes regiões, não podem ser mantidos com as monoculturas. A diversificação de culturas é o ponto-chave para a manutenção da fertilidade dos sistemas, para o controle de pragas e doenças e para a estabilidade econômica regional. Nesse aspecto, choca-se frontalmente com a idéia de especialização agrícola, freqüentemente levada ao extremo nas monoculturas regionais. Historicamente, as monoculturas regionais apenas se têm viabilizado com doses crescentes de agroquímicos ou com a incorporação de novas terras em substituição àquelas já exauridas.

Além da diversificação, a produção orgânica se caracteriza pela busca de integração interna. Os produtos disponibilizados ou não aproveitados por uma exploração devem ser complementarmente utilizados por outras explorações. Como ideal, a diversificação deve ser tal que não exista lixo ou subproduto, mas que cada material produzido seja insumo para alguma outra atividade. Contudo, diversificação, além de funcional, precisa também ser administrável. Noutras palavras, não se trata de simplesmente diversificar, mas de diversificar funcionalmente, e dentro dos limites impostos pela capacidade de administrar.

O rendimento ótimo em lugar do rendimento máximo

Em termos dos rendimentos das lavouras e criações, trabalha-se na agricultura ecológica com a idéia do ótimo em longo prazo em lugar do máximo em curto prazo. Rendimento ótimo é aquele que concilia a economicidade da exploração com a preservação dos recursos naturais e qualidade satisfatória dos produtos.

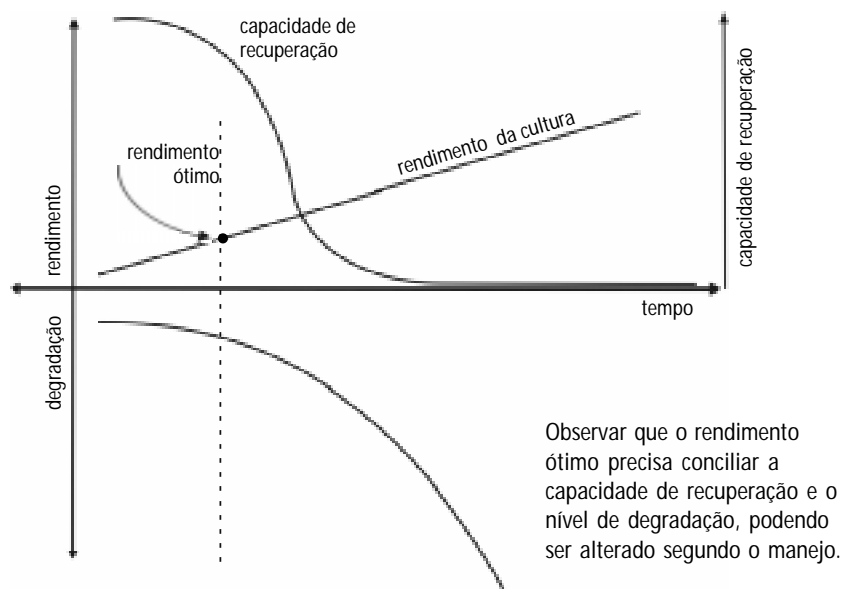
Por exemplo, há agricultores que colhem de 10 a 12 t/ha de milho. Contudo, isso apenas é possível com o uso intensivo de agrotóxicos e de fertilizantes

minerais, especialmente nitrogenados. Os fertilizantes minerais vão acelerar a decomposição da fração húmus do solo, contribuindo para a degradação das boas características físicas e químicas desse mesmo solo. Além disso, a fração lixiviada dos adubos nitrogenados irá poluir a água, cuja recuperação, se for possível, terá custos. Os agrotóxicos utilizados comprometem os equilíbrios de vida, não apenas dos insetos, mas também da fauna aquática, das aves e dos mamíferos, silvestres e domésticos, inclusive do homem.

De forma sucinta, as produtividades máximas normalmente estão associadas a altos níveis de desgaste ambiental (Figura I.4), resultando em: (1) aumento das quantidades de produtos químicos e de degradação para se manterem os rendimentos das culturas; (2) repasse dos custos de degradação para outros setores da sociedade (o governo paga para limpar a água, os custos de saúde para a pessoa contaminada com resíduos no pescado, etc.). Os custos de correção desses estragos, que são gerados por um agente econômico, mas pagos por outro, têm sido chamados de "externalidades" pelos economistas. Se tais custos fossem embutidos nos produtos colhidos, tais produtos custariam bem mais.

Na agricultura ecológica, a idéia central é de produzir preservando e pelo maior tempo possível, idealmente sem nenhuma externalidade. O rendimento assim obtido é o que tem sido chamado de ótimo. Não se trata de um ótimo apenas econômico de curto prazo, mas de um ótimo que engloba preservação ambiental, quantidade de

Figura I.4

Degradação e capacidade de recuperação ambiental em relação ao rendimento físico das culturas

produção e qualidade do produto, um ótimo que se desdobra no tempo e não compromete outros espaços (Figura I.4).

A produção animal: ética é integrada no sistema

Na agricultura ecológica, a maioria das escolas compreende a produção animal como parte integrante do sistema de produção e sua integração com a produção vegetal é encorajada. Idealmente, os efetivos animais devem ser compatíveis com o tipo e a quantidade de produtos vegetais que podem ser produzidos na propriedade para o arraçoamento. Com isso, evitam-se vários problemas de especialização excessiva na criação, ligados à disposição dos excrementos e à concentração da fertilidade nos pontos de criação, às custas do empobrecimento das áreas de produção dos alimentos para os animais. Evitam-se também os passeios transoceânicos de quantidades consideráveis de grãos, bem como os riscos ambientais e o desperdício de energia implicados nesses passeios.

Mundialmente, o Brasil é um grande exportador de nutrientes, embutidos nas exportações agrícolas, especialmente na soja em grão e farelo. A Europa Ocidental é grande importadora de fertilidade, especialmente de nitrogênio, na forma de forragem para seus animais. A concentração de nitrogênio na Holanda é tão expressiva que se livrar dele é hoje um dos seus grandes problemas ambientais. Do lado brasileiro muitas lavouras não produzem o que poderiam justamente pela deficiência de nitrogênio. O dimensionamento dos efetivos animais de acordo com a capacidade de produção de alimentos evitaria esses problemas.

Contudo, no caso de pequenos animais, a opção dos agricultores por criações como atividade de renda freqüentemente está ligada à restrição de área agrícola, de modo que o dimensionamento ideal dos plantéis costuma resultar num número reduzido de animais, tornando a exploração antieconômica. Para tentar contornar esse problema, as normas internacionais permitem a compra de alimentos de fora da propriedade, desde que orgânicos, mas fixam limites à porcentagem que pode ser comprada de acordo com o tipo de animal.

Desafios à ampliação da produção orgânica

Embora a expansão da produção orgânica seja um dos fenômenos mais marcantes na agricultura atual, sua participação no total da produção agrícola mundial é irrisória. No presente, em poucos países a percentagem de propriedades orgânicas atingiu dois dígitos percentuais, ainda que alguns governos europeus já tenham anunciado sua intenção de converter parcelas crescentes das propriedades à agricultura orgânica.

Contudo, é crescente a adesão dos meios políticos à proposta orgânica, por várias razões. A proposta orgânica tem perfeita aderência ao anseio generalizado entre os eleitores por atitudes ambientalmente corretas. Além disso, ela se encaixa

melhor em políticas de redução de subsídios governamentais, uma vez que procura aproveitar ao máximo os recursos localmente disponíveis.

Na União Européia, os subsídios não apenas levaram a estoques de produtos cuja manutenção é cara, como também à contaminação da água potável com nitratos e pesticidas, sem perspectiva de solução a curto prazo[4]. A contaminação da água com nitratos e pesticidas também é séria em extensas áreas dos Estados Unidos e no Japão. Em nível mundial, a agricultura centrada na agroquímica é a maior fonte difusa de poluição.

Esse quadro torna a produção orgânica politicamente mais correta, o que é sempre lembrado nas discussões que antecedem as eleições em cada país. Por isso, a opção dos meios políticos pela agricultura orgânica está se generalizando, a despeito da pujança econômica da indústria química.

No Brasil, têm-se diversificado os setores interessados nos métodos orgânicos. Na década de 1970, eram quase que exclusivamente os alternativos. Na década de 1980, somaram-se os movimentos ligados à agricultura familiar e, em parte, o movimento ambientalista. A partir de meados da década de 1990, o interesse mais evidente tem vindo do meio empresarial, especialmente de supermercados e de produtores rurais mais capitalizados.

No momento, o mercado orgânico se caracteriza como um nicho, havendo um prêmio para a maior parte dos produtos. Esse prêmio é variável, dependendo basicamente da dificuldade técnica da produção e da relação entre a oferta e a procura. O tamanho potencial desse nicho parece ser o da totalidade do mercado de alimentos. Raramente um consumidor preferiria um produto convencional havendo um similar orgânico a preço e qualidade competitivos. A demanda é muito grande e generalizada, enquanto a produção, embora crescente, não tem acompanhado o mesmo ritmo. Alguns obstáculos ao crescimento da produção podem ser resolvidos em curto prazo, outros demandam iniciativas mais caras e de maturação mais lenta.

Em curto prazo, com a experiência acumulada e a infra-estrutura organizacional disponível, a produção poderá ampliar-se através de (1) apoio em termos das políticas agrícolas, (2) superação da resistência ideológica fomentada pelos setores ligados a agroquímica, (3) treinamento dos técnicos e dos agricultores, (4) definição legal da produção orgânica e organização do sistema de certificação da produção e (5) desenvolvimento das estruturas de comercialização no atacado.

Em médio prazo, o desenvolvimento da produção orgânica demandará (6) uma importante contribuição da investigação agrícola, (7) a reeducação dos

---

4 Importa salientar que os lagos de leite e as montanhas de manteiga não são indicadores da eficiência da agricultura européia. Pelo contrário, revelam que as políticas de subsídio aos preços, que inicialmente se justificaram em termos de segurança alimentar, mais tarde se revelaram inadequadas. Uma vez que os preços eram garantidos, a opção lógica de cada agricultor, individualmente, era aumentar a produção, ainda que ao conjunto da sociedade esse aumento custasse caro.

consumidores, (8) uma mudança na forma como a sociedade e os agricultores encaram o trabalho agrícola e (9) um estreitamento do vínculo dos agricultores com a terra e das pessoas envolvidas entre si.

Políticas agrícolas

Até o momento, a produção orgânica se desenvolveu independentemente das políticas agrícolas, salvo umas poucas e meritórias exceções de âmbito municipal ou estadual. Os formuladores de políticas agrícolas certamente têm em mente um grande número de expedientes através dos quais determinado segmento pode ser fomentado. Importa ressaltar que tais expedientes não são exclusivamente financeiros nem implicam necessariamente gastos adicionais. Há numerosos exemplos no Brasil de bons resultados, em nível municipal, apenas pela orientação do aconselhamento técnico para a agricultura ecológica.

Resistência ideológica

Nos anos 1970, durante o período áureo da expansão dos agroquímicos, houve um grande esforço de convencimento dos agricultores por parte de quase todo o meio técnico ligado à agricultura, incluindo a pesquisa, o ensino e a extensão. A mensagem central era que os agroquímicos constituíam um meio eficaz e eficiente de resolver os problemas ligados à nutrição mineral e à sanidade vegetal.

Qualquer assertiva que destoasse dessa idéia central era pejorativamente rotulada de empírica, sem lastro científico, na melhor hipótese eivada de boas intenções, mas carente de fundamento. As preocupações com a saúde humana e ambiental eram consideradas alarmistas, muito além da real dimensão do problema. Naturalmente, essas atitudes tinham uma contribuição importante de facilidades financiadas pelas companhias que vendiam os produtos químicos em expansão.

Essa atitude de crença quase absoluta na eficácia dos agroquímicos foi incorporada por grande parte dos agricultores, que hoje relaciona a cada novo problema um suposto novo veneno que o resolverá. Esse convencimento foi tão intenso, que mesmo observando há mais de uma década a perda de eficiência dos agroquímicos e o surgimento de novas pragas, como quantificou o professor Adilson Paschoal, muitos desses agricultores ainda não conseguem vislumbrar saídas fora da agroquímica.

A idéia de que a cada problema corresponde linearmente um veneno e de que, na melhor hipótese, a opção ideal é o manejo integrado de pragas, pesa fortemente sobre as mentalidades dos agricultores e de diversos dirigentes agrícolas, funcionando como uma forte barreira ideológica à ampliação de uma agricultura mais limpa.

Não obstante, essa resistência tem se enfraquecido, em importante medida, pelo crescimento do mercado orgânico. Também tem contribuído sobremaneira a divul-

gação pela mídia dos problemas ambientais criados pela agricultura convencional e das correções desses mesmos problemas pelas iniciativas de produção orgânica.

Treinamento dos técnicos e dos agricultores

Até antes da Segunda Grande Guerra, a maior parte dos problemas ligados ao desenvolvimento das lavouras e criações era resolvida através de práticas biológicas e/ou vegetativas. Mesmo a adubação química, embora já consagrada nos países industriais de então, era de abrangência geográfica restrita a essas regiões.

Com a disseminação das soluções químicas, os procedimentos biológico-vegetativos até então desenvolvidos foram sendo abandonados e as inovações nessa linha rarearam. O resultado foi que, nas regiões onde o modelo agroquímico se tornou dominante, os agricultores literalmente desaprenderam essas práticas.

Além disso, o modelo agroquímico sedimentou uma lógica segundo a qual a cada problema corresponde uma solução, a cada praga, um veneno, a cada deficiência mineral, um nutriente, à compactação, a subsolagem. Quando se analisam esses mesmos problemas sob a ótica da produção orgânica, o quadro é sensivelmente diferente. A erupção de uma praga pode estar ligada simultaneamente à condição climática, à adubação mineral, à monocultura, à compactação do solo, à destruição dos nichos dos inimigos naturais, etc.

Raramente se encontra um problema com uma única causa ou uma única solução. Ao preconizar o uso de quebra-ventos ou cercas-vivas, ou a adubação orgânica e as coberturas mortas, alteram-se muitos fatores simultaneamente: reduz-se o estresse hídrico e térmico, melhoram-se as condições para a mesofauna do solo, melhora a absorção de nutrientes minerais, protegem-se vários inimigos naturais, etc. Numa plantação de repolho orgânico em São Roque-SP, um especialista em entomologia encontrou seis diferentes inimigos naturais de uma lagarta ocorrendo simultaneamente.

De fato, em agricultura orgânica, a maior parte das técnicas de controle fitossanitário e de manejo da fertilidade são *preventivas, inespecíficas e centradas em processos*. Poucas são as soluções compradas como um gênio numa garrafa. Em contrapartida, no modelo convencional, em sua maioria, as técnicas são *curativas, específicas, e centradas em produtos ou operações*.

Esse enunciado parece relativamente simples, mas a experiência de treinar técnicos e agricultores revela a dificuldade de sua incorporação ao raciocínio diário no manejo da produção. De fato, especialmente para os técnicos, essa incorporação é muito difícil e delicada. Em parte, porque os efeitos de práticas preventivas e inespecíficas não são imediatamente visíveis, podendo comprometer sua credibilidade profissional.

Contudo, a prática de treinamento também tem evidenciado que melhor resulta iniciar a produção do que continuar com treinamentos indefinidamente. No caso da produção orgânica, após uma boa formação conceitual, vale o aforismo que apenas andando se aprende a andar.

Definição legal e certificação da produção orgânica

A definição legal de produto orgânico é um requisito para que os produtos orgânicos ocupem o setor formal de distribuição de alimentos, particularmente por agregar confiabilidade e permitir o enquadramento na legislação de proteção do consumidor. A certificação da produção orgânica, a exemplo da de sementes, visa a garantir a qualidade do produto, dentro dos critérios estabelecidos em lei.

A definição legal e a certificação comportam grande quantidade de detalhes, que nos grandes mercados foram pioneiramente trabalhados pela IFOAM. Por essa razão as normas técnicas da IFOAM e seu sistema de certificação têm servido como referência para as legislações em vários países, inclusive no Brasil.

Como é indispensável que haja compatibilidade entre as legislações nacionais ou de blocos econômicos para efeitos de comércio internacional, as normas da IFOAM acabaram se tornando o padrão. Assim, seu selo é hoje um passaporte para a maioria dos paises importadores, e costuma ser mais conceituado no mercado que os selos nacionais.

Estruturas de comercialização no atacado

Na filosofia do movimento orgânico, uma idéia bastante forte é a de que a base da economia tem de ser o local ou regional. Isso contribui para a resolução de problemas de forma ambientalmente mais adequada e cria vínculos sociais e econômicos mais robustos. Essa lógica foi expressa por Schumacher em 1973, em “O negócio é ser pequeno”, e constitui ainda hoje um rico manancial de idéias sobre a organização da economia.

A essa lógica se contrapõe a verticalização da produção convencional, que vincula o agricultor exclusivamente à indústria à qual está integrado, a qual por sua vez trabalha mercados distantes, fora de qualquer controle do agricultor. Nessa situação, vão se debilitando os laços econômicos do agricultor com seu meio geográfico, terminando por isolá-lo do contexto social em que ele vive.

Seguindo o ideal de fortalecer a economia local, os esforços de comercialização da agricultura ecológica se voltaram inicialmente para as vias de comercialização direta. Contudo, com o crescimento do mercado, há atualmente uma forte pressão para a comercialização em supermercados, que tem forçado a estruturação de um sistema atacadista.

Esse embate entre o ideal de comercialização direta agricultor-consumidor e a comercialização impessoal e distante via supermercado tem gerado uma grande turbulência filosófica e econômica. Por um lado, a lógica dos supermercados é forçar preços para baixo, o máximo possível, na sua relação com os atacadistas, que por sua vez os forçam ainda mais para baixo para os agricultores.

Para os supermercados, conceitos como o de externalidades ou preocupações de longo prazo não fazem sentido. Além disso, os altos custos de embalagem e propaganda têm de ser compensados e efetivamente o são, normalmente transferindo-se a maior cota aos ombros dos agricultores.

Não obstante, os supermercados permitem o escoamento de grandes volumes de produtos e permitem ao agricultor dedicar-se exclusivamente à produção, liberando-o do tempo gasto para a comercialização. A distribuição via supermercados cumpre ainda uma outra função, a de tornar visível a agricultura ecológica para toda a sociedade. Por essas razões, e essencialmente por ainda estar sendo um negócio lucrativo, têm surgido no Brasil várias iniciativas de comercialização de produtos orgânicos no atacado, visando aos supermercados.

Até o momento, tais iniciativas têm podido pagar prêmios significativos aos agricultores, uma vez que os preços ao consumidor em termos dos supermercados ainda comportam margens elevadas. Contudo, os vícios da comercialização convencional já podem ser observados em algumas iniciativas, com ganhos decrescentes pelos agricultores. Aparentemente, tais vícios fazem parte da lógica de comercialização convencional em grande escala, para a qual inclusive não são vistos como vícios.

Assim, as iniciativas ideais de comercialização em atacado seriam aquelas organizadas segundo a lógica de encurtar o caminho entre o produtor e o consumidor, de personalizar a produção em lugar de comoditizá-la e de reforçar as economias locais. Esse tipo de atacado, conciliado com a idéia de que o negócio é ser pequeno, é um dos maiores desafios atuais da agricultura orgânica.

Investigação agrícola

A investigação agrícola é a pedra angular do futuro desenvolvimento da agricultura orgânica. Muitas das práticas orgânicas não seriam hoje possíveis sem a contribuição da pesquisa, especialmente em termos de variedades bem adaptadas e resistentes a pragas e doenças, de controle de pragas sem inseticidas e de técnicas de preservação do solo e da água. Num relatório preparado há duas décadas pelo Departamento de Agricultura dos EUA, a respeito dos agricultores orgânicos norte-americanos, registra-se que *ao contrário da crença popular, a maioria dos agricultores orgânicos não voltou à agricultora conforme era praticada na década de 1950*, e que *muitos dos métodos atuais praticados pelos agricultores orgânicos são também aqueles que têm sido citados como as melhores práticas de manejo*.

Não obstante, até o presente, a expansão da agricultura orgânica tem se alimentado mais da experiência acumulada pelos agricultores do que da investigação formal. Tem havido também uma importante contribuição de técnicos de campo e pesquisadores envolvidos com o tema, embora mais em caráter pessoal do que institucional. Todavia, esse aporte é insuficiente para um impulso de maior vulto, com fôlego suficiente para resolver os problemas alimentares e ambientais com que se defronta a humanidade. O futuro muito provavelmente dará o crédito devido àquelas organizações de investigação que contribuírem para o desenvolvimento de uma agricultura mais sadia, na direção desejada pelo conjunto da sociedade.

Reeducação do consumidor

Um aspecto raramente focalizado nas discussões sobre a agricultura ecológica é a mudança dos padrões de consumo que foi induzida pela era dos agroquímicos. O arsenal de artifícios, que há pelo menos 50 anos se instalou no mundo e há 30 anos no Brasil, permitiu o cultivo e o consumo de produtos fora das regiões e das épocas mais propícias à sua produção.

Dessa maneira, a sazonalidade e a regionalidade que haviam marcado a alimentação humana desde os tempos mais remotos foram se desbotando, gerando algo que nos meios gastronômicos é conhecido como comida internacional. Pejorativamente, essa cozinha pode ser caracterizada pela descaracterização. Não pertence a lugar nenhum, não tem sabor de coisa alguma, enche o estômago, mas não alimenta a alma do contexto de aromas, de história, de vínculo com o meio ambiente. Enche o estômago, mas a alma percebe o seu vazio.

As dietas baseadas na era dos agrotóxicos são muito características nas grandes cidades do Brasil, e se assemelham àquelas criadas em outras regiões do mundo com o mesmo arsenal. A dona de casa vai à feira 52 semanas por ano, para fazer a mesma compra de batatinha, tomate, alface e cenoura. Um encaixe ecologicamente sadio com o meio ambiente não permite essa monotonia. A natureza apresenta regionalização ao largo do espaço geográfico e sazonalidade ao longo do tempo. As implicações de tais dietas serão discutidas mais adiante.

Até esse ponto, importa ressaltar que o desenvolvimento pleno de uma proposta ecológica em nível planetário está a exigir um grande esforço de reeducação alimentar, para o qual uma considerável parte parece ser reservada ao movimento orgânico.

Como os agricultores e a sociedade vêem o trabalho agrícola

Tradicionalmente, o trabalho agrícola foi sempre visto como uma das mais vis ocupações humanas. No dizer de um agricultor do Norte do Paraná, a agricultura faz uma seleção às avessas. O filho que não soube estudar, nem saiu para o comércio ou para outra coisa mais valiosa, continua como agricultor, enquanto os irmãos vão progredir na vida. Na classificação dos setores da economia, a agricultura era enquadrada na área da produção, assim como a mineração e a indústria.

Com a descoberta pela humanidade do meio ambiente, da necessidade de conservá-lo, e da contaminação generalizada de produtos vitais como a água, o solo e o alimento, tem mudado a forma como a sociedade vê a agricultura. O agricultor não pode mais ser um trabalhador selecionado às avessas, mas o indivíduo que gerencia uma parte da biosfera, e do qual depende a sanidade do alimento humano e do ambiente.

Além disso, a agricultura adquiriu outras funções, tais como a integração dos territórios e a composição das paisagens, essenciais à crescente necessidade de reencontro do homem moderno com a natureza. Essas novas funções têm sido bastante discutidas em reflexões recentes sobre a agricultura européia, mas apresentam também considerável aderência à atual situação do Brasil.

Não obstante, os agricultores ainda não se deram conta dessa nova realidade e das novas exigências e vantagens que ela traz. A profissão do agricultor ecológico está hoje não apenas no âmbito da produção, mas também na esfera da saúde e do lazer, enquadrados como serviços. Por sua vez, as exigências sociais em relação à profissão de agrônomo também mudaram da simples esfera da produção para a de preservação ambiental e de saúde.

A consolidação dessas novas expectativas dependerá de como os agricultores e os agrônomos saberão respondê-las. Muito provavelmente, terão mais sucesso os que as responderem adequadamente, em prejuízo dos que não se ajustarem aos anseios da sociedade por boa saúde e ambiente limpo.

Estreitamento do vínculo do agricultor com a terra e dos vínculos dos envolvidos na produção entre si

Nos anos recentes, especialmente nas áreas agrícolas com melhor dotação de recursos naturais, tem ocorrido um fenômeno novo, de mudança dos agricultores para as cidades próximas, embora permanecendo na atividade agrícola. Em regiões onde predominam culturas totalmente mecanizadas, como a soja em monocultura, é hoje dispensável que o agricultor more na propriedade. Esse fato, aliado ao melhor acesso à educação e a outros serviços, tem levado agricultores, mesmo com pequenas áreas, a se mudar para o meio urbano. Com o tempo, esse distanciamento físico tende a orientar a propriedade ainda mais para a monocultura e a enfraquecer a ligação e o conhecimento do agricultor sobre sua propriedade.

Esse afastamento também muda a natureza das relações de trabalho entre o agricultor e os empregados que ele eventualmente tenha. Enquanto vive na propriedade, a interação entre o agricultor e sua mão-de-obra contratada se reveste de características, por assim dizer, mais humanas, tendendo a reforçar vínculos de solidariedade e de pertencimento a um grupo com objetivos comuns. Em contraposição, ao se afastar da propriedade o relacionamento tende a assumir exclusivamente seu aspecto econômico, tornando mais difícil a solução dos conflitos inerentes à relação de assalariamento.

Um exemplo do vínculo de pertencimento a um grupo com objetivos comuns pode ser tirado da colheita do café. Moradores na propriedade tendem a ser muito cuidadosos para não desfolhar as pontas dos ramos, de onde virá a produção do ano seguinte. Em contraponto, para trabalhadores avulsos, importa fazer render seu trabalho naquele momento, sem consideração sobre a colheita vindoura.

Na atualidade há um grande número de novas iniciativas de produção orgânica em curso, com perfis muito variáveis em termos de morar ou não na propriedade e da natureza das relações humanas envolvidas. O propósito de focalizar esse assunto não é dar uma receita de um suposto melhor método. Não obstante, cumpre dizer que as experiências de maior êxito em produção orgânica estão naquelas iniciativas em que há efetivamente um estreitamento do vínculo dos agricultores com a terra e entre as pessoas envolvidas na produção. E isso pode ser observado desde numa pequena propriedade familiar com 10ha até numa usina de cana com 7.000ha.

Em face dessa observação, não parece despropósito afirmar que a proposta orgânica pode expressar seu maior vigor quando se amplia da simples produção sem agroquímicos para uma convivência mais saudável do homem com a natureza e dos homens entre si.

Poderá a agricultura ecológica alimentar o mundo?

No passado recente, particularmente após a Segunda Grande Guerra, a humanidade estava muito atenta ao abastecimento alimentar. A guerra havia trazido a fome para o seio dos povos em conflito, que havia tempo não se defrontavam com essa calamidade. Nos países distantes do conflito, a crise econômica resultante havia semeado o racionamento.

Nesse período, os Estados Unidos ampliam sua produção de alimentos para o suprimento da Europa. Após o final da guerra, os países europeus organizam seu sistema de segurança alimentar e vão diminuindo as aquisições de alimentos dos EUA, que então se lançam à criação de novas vias de escoamento para seus excedentes de alimentos.

Com o desenvolvimento da Guerra Fria, os Estados Unidos criam a Aliança para o Progresso, programa que viria a fornecer o suporte material e técnico para o desenvolvimento dos seus parceiros latino-americanos. Dentro desse suporte, estava a idéia de que era preciso modernizar a produção agrícola, o que resumidamente significava usar fertilizantes minerais, máquinas, variedades melhoradas e agrotóxicos, produtos esses que podiam ser fornecidos pela indústria americana. Nos anos 1950 juntam-se outras indústrias da Europa reconstruída no fornecimento desses produtos e nos anos 1970 ganham vulto também algumas indústrias japonesas.

Nessa época, de acentuado crescimento demográfico nos países pobres, desenvolve-se o argumento da necessidade de ampliação da produção alimentar

para fazer frente à fome iminente. Norman Borlaugh ganha o prêmio Nobel pelo desenvolvimento de variedades de trigo mais produtivas, que aliadas à agroquímica, à mecanização e à irrigação iriam banir a fome do planeta. No final dos anos 1970, nas escolas de agronomia do Brasil, a onda de consciência ambiental que se expandia era interpelada com o argumento de que melhor seria morrer intoxicado do que de fome.

Hoje, embora a situação seja muito distinta e os problemas ambientais e de saúde causados pela agroquímica sejam bem conhecidos, permanece a questão primordial de como alimentar uma população crescente, atualmente na casa dos 6 bilhões de pessoas. Hoje, a humanidade não se pergunta se é possível viver sem agroquímicos. Ela simplesmente quer isso e a função dos meios técnicos ligados à agricultura é atender a esse anseio legítimo. E, de fato, esse anseio vem sendo atendido, mas numa escala de tempo aquém do desejável.

Boa parte da investigação agrícola em curso atualmente no planeta tem como perspectiva apressar essa conversão, inclusive aquela realizada pelas grandes companhias químicas para substituir os produtos atuais por outros mais ecológicos. Uma das maiores esperanças nos meios empresariais é a biotecnologia, particularmente os transgênicos, vistos com sérias reservas pelo movimento orgânico.

Presentemente, em nível macro, o equilíbrio entre as forças sociais e os interesses econômicos envolvidos não parece indicar um banimento coletivo dos agroquímicos, mas sim uma exclusão gradual à medida que soluções alternativas venham se apresentando. Naturalmente, as empresas ligadas a agroquímica e os países que as sediam procuram apresentar soluções alternativas que permitam sua manutenção privilegiada no sistema, mudando o produto, mas não alterando o vínculo de dependência. Como exemplo, tal é o caso atualmente de variedades transgênicas com inclusões do *Bacillus thuringiensis*.

Nesse aspecto entram em choque com as idéias do movimento orgânico, que tem como um dos objetivos promover sistemas mais auto-sustentáveis, baseados nos mecanismos naturais de controle de pragas e doenças e de renovação da fertilidade.

Necessidade de mudança nos padrões de consumo

A médio e longo prazo, a despeito de todos esses esforços anteriores, possivelmente pouco se atingirá sem uma política global de reeducação dos consumidores, seja com agricultura orgânica ou convencional. Essa reeducação vai além da alimentação, espraiando-se por todas as áreas do consumo. Por isso, também poderia ser chamada de educação para o consumo.

Já desde meados da década de 1970, quando o Clube de Roma publicou seu relatório “Os Limites ao Crescimento”, sabe-se que os padrões de consumo dos

países ricos não poderão ser estendidos ao conjunto da humanidade, por uma limitação aritmética de recursos naturais. Simplesmente, o planeta não tem recursos naturais para sustentar esse padrão de consumo para toda a humanidade. Apesar da forte contestação a esse relatório, considerado alarmista, o máximo que desde então se fez foi corrigir o limite de exaustão de alguns dos recursos naturais. No entanto, permanece o problema de um planeta limitado, frente a um consumo sempre crescente.

O estabelecimento de novos padrões de consumo implica um grande número de mudanças, quase todas delicadas: mudanças nas relações econômicas e políticas entre os países, mudanças nos padrões de valores éticos das sociedades, mudanças nos conceitos de bem-estar e nos objetivos de vida de grandes massas humanas.... Por sua vez, cada campo enfocado se relaciona a outros tantos campos, o que cria uma resistência às mudanças ainda maior. Mesmo o mais simples desses campos exige abordagem multidisciplinar, o que dificulta ainda mais o estudo de alternativas. Não obstante, é uma tarefa que a humanidade terá de enfrentar.

No que se refere à agricultura e à alimentação, ocorreram nas últimas décadas modificações profundas, não sustentáveis, que precisarão ser revertidas. Dentre elas, destacam-se: (1) o aumento do consumo de produtos de origem animal e açúcar, (2) o desrespeito à sazonalidade e à regionalidade, (3) a universalização das dietas à base de trigo.

Aumento de consumo de produtos de origem animal e açúcar

Muito provavelmente, na história evolutiva do *Homo sapiens*, foi mais fácil obter alimentos de origem vegetal, predominantemente amiláceos, do que alimentos de origem animal, porque os animais podem fugir correndo, voando ou nadando, e os vegetais não. Assim, a dieta humana teria tendido a se tornar preponderantemente vegetal.

Contudo, alguns indivíduos, com maior apetite para produtos de origem animal, teriam desenvolvido maior habilidade para a caça e a pesca. Por estarem mais bem nutridos esses indivíduos tenderiam a deixar uma prole mais numerosa, terminando por disseminar na família humana esse apetite especial pelos produtos tipicamente animais, como a carne e as gorduras. O apetite especial pelo doce também se teria desenvolvido evolutivamente, em função da pequena disponibilidade desses produtos no ambiente natural.

Essa história evolutiva explicaria a tendência de maior consumo de produtos de origem animal e de doces nos estratos superiores da maioria das sociedades humanas. Em termos mundiais, esse fato se reproduz na comparação entre países ricos e pobres. Os países ricos atingiram tal abundância que suas dietas se concentraram em proteína animal, óleos e gorduras e açúcar. Tais dietas entram em choque com o consenso mundial dos nutricionistas, de que as dietas humanas ideais devem se basear em cereais inte-

grais, complementados com leguminosas, hortaliças, frutas e quantidades moderadas de produtos animais.

Por sua inadequação, essas dietas têm gerado problemas de saúde que são hoje de conhecimento geral: obesidade, diabetes-hipoglicemia, excesso de triglicérides, problemas com colesterol, ácido úrico, etc. Contudo, é quase desconhecido do grande público o forte impacto que tais dietas causam sobre a produção agrícola e o meio ambiente.

A produção animal intensiva exige grãos: para cada quilo de porco ou frango produzido, estima-se um gasto de pelo menos 4 a 5kg de grãos[5]. No agregado, isso resulta num consumo da ordem de 1.500kg a 2.000kg de grãos para cada habitante dos países ricos contra 500kg ou menos para os habitantes dos países pobres. A idéia que se tornou corrente na década de 1980, de que a produção alimentar no mundo estava tecnologicamente resolvida, e que o problema estava apenas na esfera da distribuição, se baseava nesse consumo desigual.

No passado recente, com o surto de crescimento econômico na China e em outros países do Oriente, a elevação do consumo de produtos de origem animal desestabilizou o equilíbrio frágil e desigual da produção alimentar. O fato inelutável é que, no conjunto do planeta, não há tecnologias disponíveis nem novas terras para exaurir, que permitam extrapolar o padrão alimentar dos países ricos para toda a humanidade.

A reação a esse impasse é variada. Para os setores ligados à agroquímica, a expectativa é de uma segunda revolução verde, centrada no uso das modernas biotecnologias, com novos insumos agrícolas, ambientalmente melhores e que *supostamente* multiplicarão a produção agrícola. Para os setores ligados à produção orgânica, a atitude é mais prudente, tendendo para a aplicação imediata das tecnologias **sabidamente** melhores e para a revisão dos valores fundamentais ligados ao consumo.

Para os setores ligados à agroquímica, o movimento orgânico é catastrofista e sua proposta relativa ao consumo, embora pertinente, está fora de cogitação para um futuro próximo. Para os setores ligados ao movimento orgânico, a atitude anterior é imprudente, e sua preferência por uma suposta solução futura visa a esconder seus interesses comerciais imediatos. Embora num contexto algo distinto, esse embate se assemelha ao dos anos 1970, sobre se os agrotóxicos eram realmente tão maus.

Quando as conseqüências da atitude de um indivíduo recaem apenas sobre ele mesmo, prudência ou imprudência está na esfera do arbítrio pessoal. Entretanto, quando as conseqüências podem atingir outras pessoas, trocar o certo pelo duvidoso é irresponsabilidade. Nesse caso, por mais difícil que seja o caminho certo, é preciso segui-lo.

5 Incluem-se aí os gastos para a manutenção dos reprodutores, a mortalidade e as perdas no armazenamento, transporte e processamento.

O desrespeito à sazonalidade e à regionalidade

Historicamente, a sazonalidade foi uma das marcas das dietas humanas. A natureza é cíclica, e o ciclo anual das estações foi evolutivamente incorporado ao ciclo de vida da quase totalidade dos organismos de que o homem se alimenta. Com isso, em todos os quadrantes geográficos do planeta, sempre houve os tempos de safra e entressafra de cada cultura ou criação, bem como dos alimentos obtidos por preação ou coleta. Na cultura alimentar do Brasil, por exemplo, estabeleceram-se o tempo do milho verde, o da manga, o das laranjas, o do umbu, etc.

A sazonalidade da dieta, incorporada à cultura alimentar sob a forma dos pratos de cada época, era um vínculo entre a alimentação humana e os ciclos da natureza. Essa sazonalidade incorporava-se também à esfera social, nos eventos ligados às safras, tais como as pamonhadas, as rodas de farinha e as festas juninas.

Um segundo vínculo com o meio natural resultava da variação das condições dos terrenos e dos climas ao largo do espaço geográfico. Essa variação de clima e de solo determinava que algumas culturas e criações podiam ser exploradas em certa região, mas não em outra. Juntas, as condições regionais de clima e de solo e as estações determinaram diferentes combinações de alimentos ao longo do ano e ao largo do espaço geográfico.

Assim, até há poucas décadas, em todo o mundo, as dietas estiveram estreitamente vinculadas às condições do ambiente circundante. O homem comia o que o ambiente próximo podia produzir com mais eficiência. Os artigos alimentares provenientes de regiões distantes se restringiam aos condimentos e a algumas bebidas, como o café e o chá. Ao comer o que o ambiente circundante podia produzir e na época mais propícia à produção, minimizavam-se o impacto da agricultura sobre os recursos naturais e o trabalho necessário para a produção. Sazonalidade e regionalidade eram linhas mestras nas dietas dos povos.

Dois fatos vieram a modificar profundamente esse quadro: o transporte transoceânico de grãos básicos e o advento dos agrotóxicos. Com o desenvolvimento dos transportes transoceânicos, a partir do século XIX, mas especialmente após a Segunda Grande Guerra, expande-se o deslocamento a longas distâncias de grandes volumes de grãos.

Esse transporte, caro em termos energéticos, atingiu na atualidade uma dimensão inimaginável. A produção animal européia depende de massivas importações de soja a partir da América; vários países da África e da América Latina dependem de trigo produzido na Europa e na América do Norte; a Rússia depende do milho da América para alimentar seus animais.

Um grande benefício a se creditar aos transportes transoceânicos de grandes volumes de alimentos a grandes distâncias foi a possibilidade de socorro às populações atingidas por catástrofes naturais ou guerras. Contudo, essa mesma possibilidade de transporte propiciou o desmantelamento dos sistemas de abastecimento

locais nos países agricolamente mais débeis, sem capacidade de resistir às políticas de escoamento de excedentes dos países ricos. Em especial os países africanos são hoje muito dependentes dos alimentos produzidos na Europa e na América do Norte.

Atualmente, as trocas massivas de produtos alimentares estão tão entranhadas nos sistemas alimentares que sua interrupção causaria grandes problemas: colapso da produção animal na União Européia, Leste Europeu, Rússia e Japão; colapso no abastecimento alimentar em quase toda a África e Oriente Próximo; colapso econômico nas regiões produtoras de grãos e similares para a exportação, sobretudo na América (Estados Unidos, Canadá, Brasil, Argentina).

A despeito de quão difícil isso possa parecer, novamente se impõe o desafio de retornar o abastecimento alimentar para a esfera local, priorizando os alimentos de melhor adaptação à região e observando sua alternância segundo o ritmo das estações. Sazonalidade e regionalidade são quesitos indispensáveis para o abastecimento alimentar da humanidade, sem agroquímicos e poupando os recursos naturais. Vale lembrar que um mesmo cultivo, fora da sua região climática e de sua melhor época, é muito mais susceptível a pragas, doenças e deficiências minerais[6], além de resultar menos saboroso e menos nutritivo.

Os quesitos da sazonalidade e da regionalidade colocam limites às idéias econômicas atualmente dominantes, de que cada região deve se especializar naquilo que melhor possa produzir, suprindo suas outras necessidades no mercado mundial. Esses limites se ligam ao fato de que, em boa agricultura, há necessidade de biodiversidade para a manutenção da fertilidade do solo e o controle de pragas e doenças, de modo que a especialização não pode chegar à monocultura. Não obstante, a especialização materializada nas monoculturas é uma realidade e, ao que parece, muitos governos, ao serem interpelados sobre as conseqüências das monoculturas em longo prazo, parecem parafrasear Keynes, argumentando que, *a longo prazo,* todos estaremos mortos.

Por muito difícil que possa parecer e realmente o seja, a busca de retorno à sazonalidade e à regionalidade tem seus atrativos gustativos, paisagísticos, turísticos, econômicos e até poéticos. Sazonalidade e regionalidade são cores que dão vida às amplidões do planeta, são compassos para a humanidade retornar ao ritmo da criação sobre a Terra.

Universalização das dietas à base de trigo

Com a expansão européia a partir do Renascimento e o estabelecimento dos impérios coloniais, os hábitos, valores e instituições das metrópoles foram se

6 Apenas como exemplos, a cenoura, planta de temperaturas amenas pode ser cultivada sem agrotóxicos no inverno do Centro-Sul do Brasil, enquanto no verão é muito prejudicada pela requeima de Alternaria na folhagem e pela podridão Erwinia nas raízes; a couve-flor, também de clima ameno e susceptível à deficiência de boro, exige desse nutriente no verão o dobro das dosagens necessárias no inverno.

impondo ao resto do planeta. A resistência a essa imposição no plano político e militar é bem documentada na história das guerras e revoltas dos povos conquistados, bem como na sua aquiescência a muitos dos valores e instituições implantados pelos colonizadores.

No plano dos valores, a supremacia atribuída pelos colonizados ao que fosse europeu assim se expressa na Oração do Milho, um dos mais conhecidos poemas de Cora Coralina: "*Senhor, nada valho. .... Não me pertence a hierarquia tradicional do trigo e de mim não se faz o pão alvo universal*". Contudo, essa valorização não encontrou eco no meio tropical brasileiro, porque as culturas tropicais como o milho e a mandioca produziam muito mais que o trigo por unidade de semente plantada ou de dia trabalhado. A esse respeito, merece menção a observação do naturalista francês Auguste de Saint Hilaire, sobre um agricultor de Guanhães–MG, em meados do século XIX: para o milho se colhia 150 a 200 vezes a semente plantada, e para o trigo se colhia 10 vezes apenas.

A grande expansão mundial no consumo do trigo começa em meados da década de 1950, quando os Estados Unidos estabelecem o programa Alimentos para a Paz, que visava, entre outras finalidades, a escoar o excedente agrícola norte-americano e a criar novos mercados. Inicialmente, parte desses produtos era doada a título de ajuda alimentar. Mais tarde, também os excedentes agrícolas resultantes das políticas de subsídios na Europa Ocidental são orientados para a exportação.

Em ambos os casos, os produtos, mormente trigo, foram direcionados especialmente a países tropicais, e nesses países se distribuíram sobretudo nas grandes cidades. Com isso, o trigo se incorporou à dieta de países fora de sua zona de melhor adaptação climática. Nesses países, o trigo se instala como um cavalo de Tróia, introduzindo todo um modo de alimentação espelhado na América do Norte e na Europa Ocidental. A partir das grandes cidades do mundo tropical, especialmente na América Latina, esses hábitos e valores vão se disseminando pelo espaço geográfico dos respectivos países.

No Brasil, esse cavalo de Tróia já está trazendo seus efeitos. Em estudo conduzido em 1996 pelo Ministério da Saúde, constatou-se que a população está comendo mais calorias, vindas de embutidos baratos, como salsicha, massas de preparo rápido, gorduras, refrigerantes e doces. Felizmente, constata esse estudo, diminuiu sensivelmente o número dos famélicos no país, mas, infelizmente, aumentou o número dos gordos subnutridos. Homens ou mulheres, a cada 10 brasileiros adultos, 4 a 5 pesam mais do que o ideal para a saúde. A dieta se americanizou, no bom sentido da maior abundância, e no mau sentido das calorias vazias dos refrigerantes, doces e maioneses, da obesidade sem saúde, ou melhor dizendo, da obesidade enferma.

É indispensável compreender que, na perspectiva do abastecimento seguro, da boa nutrição humana e da preservação dos recursos naturais, não há como

alimentar a humanidade com essas dietas mimetizadas da América do Norte e da Europa, com ou sem agroquímicos. Há que se recuperar os hábitos alimentares secularmente desenvolvidos, com amplo uso de espécies vegetais e animais adaptadas às condições locais. À regionalidade e à sazonalidade junta-se aqui a cultura alimentar, testemunho vivo e diário do exercício da inteligência humana no uso de cada ambiente.

Uma resposta conclusiva

Afinal, poderá a agricultura ecológica alimentar o mundo? À vista do que se termina de expor, a resposta sucinta constitui na verdade um desafio. Apenas com o arsenal técnico disponível, nem a agricultura orgânica nem a convencional têm condições de suprir uma população humana crescente.

Por seu lado, a agricultura baseada nos insumos industriais das grandes corporações está destruindo a base natural da produção. Desertificação, salinização, poluição generalizada do solo, das águas e do próprio homem, esgotamento das reservas de recursos não renováveis, tudo isso são partes integrantes do mesmo pacote. É, por assim dizer, o outro lado da moeda das produtividades elevadas, mas fugazes, a abundância imediata do presente às custas do futuro, a privatização do benefício e a socialização do prejuízo. Quando a contabilidade puder ser feita incluindo as externalidades, então saberemos o tamanho do estrago deixado aos nossos filhos e netos.

Por seu turno, a agricultura ecológica é uma proposta que, apesar de seus grandes avanços, apenas engatinha. Representa um esforço de reconstrução da produção em outras bases, preservando os recursos naturais de que a humanidade necessita. Essas outras bases englobam aspectos éticos em relação à natureza, à humanidade presente e às gerações futuras, opondo-se frontalmente à idéia econômica imediatista de que em longo prazo todos estaremos mortos. Não se trata de discutir se a mão invisível do mercado resolverá ou não os problemas da humanidade, mas de entender que os problemas precisam ser enfocados numa escala mais ampla de tempo e de espaço, que permita melhor entendê-los e solucioná-los.

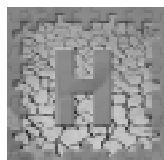
Nessa linha de raciocínio, compreende-se que a questão do suprimento alimentar sustentável para a humanidade não se restringe à produção de alimentos. Essa questão está ligada às políticas macro das nações mais ricas e poderosas, às políticas micro de cada agricultor, às mentalidades e à ética referentes aos padrões de consumo, à recuperação dos hábitos e do patrimônio genético acumulado ao longo de séculos pela humanidade e seguramente a outros vários aspectos aqui não arrolados.

Felizmente, esses tantos aspectos não apontam em direções divergentes. Pelo contrário, a saúde do homem, a saúde do ambiente, a recuperação de hábitos de consumo regionais, a preservação dos recursos não renováveis, a redução da dependência dos agricultores em relação à indústria e dos países pobres em relação aos ricos, tudo isso aponta na direção inequívoca das soluções locais, dentro da máxima hoje em moda de pensar global e agir local.

Não se trata de propor a agricultura orgânica definida em normas como a referência ideal a ser seguida, mas de reconhecer que ela representa o melhor que até o momento se alcançou na busca de sustentabilidade. E, apesar de inicialmente marginal, impressiona constatar quanto essa agricultura tem evoluído.

A generalização da agricultura sem venenos está ocorrendo, ainda que alguns dos entraves sejam complexos, intrincados com interesses de ordens variadas, numa trama aparentemente inexpugnável. Contudo, o passado recente tem mostrado que essa aparência é falsa, e que a humanidade pode equacionar os problemas conquanto difíceis sejam e colocá-los num cronograma de mudanças, desde que assim o deseje. Reinterpretando o Gênesis, incumbiu o criador ao homem zelar por toda a criação, e para isso lhe deu inteligência e discernimento. São essa inteligência e esse discernimento o combustível para a criação de um futuro melhor, que dependerá da contribuição individual de cada leitor.

CAPITULO II

A abordagem sistêmica

á quase duas décadas, os termos holístico, integrado e sistêmico se tornaram lugar-comum nos meios ligados à produção orgânica e, em alguma medida, também entre os envolvidos com a agricultura convencional. Expressavam o anseio por uma nova forma de abordar a produção agrícola, que fosse capaz de ver a propriedade como um todo, em lugar de cada exploração isoladamente, porque as visões parciais não surtiam os efeitos desejados.

Esse anseio não era exclusividade do Brasil. Internacionalmente, expressava uma inquietude com os efeitos da Revolução Verde, que haviam ficado muito aquém do esperado. Nas áreas de influência da língua inglesa, esse anseio foi materializado no corpo conceitual do *farming systems approach*; nas áreas de influência francesa a nova concepção teórico-metodológica foi designada como *l'approche systemique*. Essas duas abordagens, embora emergidas da mesma problemática, constituíram-se em vertentes diferentes e em certa medida complementares.

O enfoque anglofônico era mais centrado nos aspectos biológicos da produção, tais como as interações entre as diferentes explorações na propriedade, os consórcios de culturas, as rotações, etc. Visava a gerar soluções que permitissem ao agricultor sair-se melhor num contexto externo à propriedade que era dado. A abordagem francofônica pressupunha planos ou políticas de desenvolvimento regional, incluindo aspectos gerenciais.

No Brasil, essas abordagens foram inicialmente utilizadas no começo dos anos 1980, na EMBRAPA - Semi-árido, na EPAGRI e no IAPAR[1], sendo chamadas no seu conjunto de abordagem sistêmica. Nessas três instituições essa abordagem foi aplicada ao estudo de pequenas propriedades, onde o enfoque disciplinar havia se mostrado insuficiente para desencadear o processo de desenvolvimento social e econômico desejado. Mais tarde, a abordagem sistêmica foi sendo lentamente disseminada por outras instituições.

1 Boa parte do presente capítulo se espelha particularmente na experiência metodológica do IAPAR, que é descrita com mais detalhes em IAPAR (1997).

Abrangente e multidisciplinar, a abordagem sistêmica foi mais atrativa aos pesquisadores da área sócio-econômica, habituados a esse tipo de exercício. Os pesquisadores das áreas biológicas, como regra, envolveram-se pouco nesse novo desafio, aparentemente preferindo continuar no chão firme e conhecido das suas disciplinas. Esse fato não é exclusivo do Brasil, ocorrendo também na maioria das experiências com a abordagem sistêmica no exterior.

Por seu turno, a chamada para a necessidade de mudança para uma agricultura mais ecológica veio sobretudo através de vozes emergidas de uma abordagem nitidamente disciplinar, ligadas à ciência do solo e à entomologia agrícola. No espectro político do início dos anos 1980, a abordagem sistêmica era vista por esses profissionais disciplinares como um exercício à esquerda, preocupada com os agricultores pobres, mas que não entendia a gravidade do problema ecológico. De seu lado, os que exercitavam a abordagem sistêmica viam o chamamento para a agricultura orgânica como um libelo à direita, alienado ante as dimensões da crise social.

Disso iria resultar um interessante paradoxo, que se mantém até a atualidade. Os termos holístico, integrado e sistêmico foram muito bem incorporados ao discurso do movimento orgânico, mas muito pouco à sua prática. Um dos poucos exercícios em que essas duas abordagens foram utilizadas em conjunto ocorreu no IAPAR, e o presente texto, em alguma medida, descreve a experiência que aí se acumulou. Para isso, é necessário situar o leitor quanto à evolução das idéias relativas à ciência do conhecimento.

Um pouco de história

Após o Renascimento, houve um grande e contínuo desenvolvimento da ciência, que se deveu a algumas idéias que, embora questionadas, ainda estão em voga. Uma delas consistia em que, para se entender a natureza, muito ampla e complexa, era preciso dividi-la em partes menores e estudá-las separadamente.

Assim, para se estudar um organismo, ele deveria ser subdividido em um número de frações, na expectativa de que o conhecimento dessas frações, mais tarde reagregado, explicaria seu todo. Essa lógica foi de tal forma incorporada ao nosso pensar que o termo analisar (do grego, separar em partes) se tornou sinônimo de estudar.

Essa lógica levou a grandes avanços na anatomia (do grego, corte em partes), na mecânica, na química, na botânica e em vários outros ramos da ciência. O próprio conhecimento, antes em sua totalidade abrangido pelo termo filosofia (do grego, amor à ciência), foi subdividido em vários departamentos.

Esse processo também foi incorporado às ciências agrícolas, e resultou num grande acervo de informações, de várias áreas, mas cujo reencadeamento foi se tornando mais e mais difícil. Na infinita divisão em partes cada vez menores, foi se perdendo a noção inicial do todo. O termo holístico surge como oposição a

esse processo, com a observação de que o todo é mais do que a simples soma ou justaposição das partes.

A abordagem sistêmica também nasce dessa necessidade de conceitos e metodologias para realizar esse reencadeamento ou síntese (do grego, síntese = composição). O termo sistema nesse caso se opõe à idéia de partes isoladas e desconexas. Não se trata de negar a necessidade da análise, do estudo das partes, mas de realizar um exercício constante de re-síntese.

Por englobar o todo, a abordagem sistêmica tem sido especialmente útil para o estudo das pequenas propriedades familiares e/ou propriedades orgânicas, porque elas apresentam elevada diversidade e integrações internas. O objetivo final do exercício de análise e de síntese é identificar as possibilidades e limitações das propriedades para o atingimento dos objetivos dos agricultores.

Em função dessas possibilidades, limitações e objetivos, procuram-se os pontos-chaves, cuja modificação possa alavancar a evolução do sistema. Por exemplo, no caso da conversão da agricultura convencional para a orgânica, em vez de se querer mudar duas dezenas de aspectos do sistema de uma vez, identificam-se aqueles pontos (três no máximo, em cada safra), cujas modificações desencadeiem a conversão eficientemente.

O exercício iterativo e interativo de análise e síntese

Nada na natureza é conhecido na sua totalidade. Trabalhamos sempre com aproximações da realidade. Numa visita a uma propriedade saímos com determinada imagem mental, que pode ser transcrita num modelo. Nesse modelo estarão embutidas algumas pressuposições e dúvidas, tanto sobre cada exploração isoladamente como sobre o conjunto da propriedade.

Numa segunda visita, podemos detalhar a leitura de cada exploração (análise) e novamente tentar entender de que forma essas atividades se encaixam na estratégia do agricultor, para atingir os fins que ele almeja (síntese). Nesse exercício repetido, que o jargão batizou de iterativo, isto é, repetitivo, vai-se construindo uma imagem cada vez mais próxima da realidade.

Como a propriedade é um sistema administrado pelo agricultor para atingir seus objetivos, é impossível conhecer a propriedade sem interagir com o agricultor ou a família agricultora. Interagindo com os gerentes daquele pedaço da Terra, o técnico vai aprendendo cada vez mais sobre o sistema físico que vê, e entendendo melhor o sistema imaterial de objetivos dessas pessoas. Freqüentemente, o que é visto tem causas não tangíveis, imateriais, e que variam tremendamente de caso a caso. Nessa linha, é mais proveitoso entender por quê um agricultor adota determinada técnica ou modo de condução econômica do que querer lhe oferecer a priori uma suposta solução.

O exercício iterativo de análise e síntese e interativo com o agricultor vai esboçando o perfil da ação necessária, que tanto pode ser uma inovação tecnológica como algo completamente distinto, tal como a recuperação de uma estrada ou a perfuração de um poço comunitário. É muito freqüente que as limitações ao avanço do sistema não sejam de natureza tecnológica, mas estejam no âmbito da definição do comando, na esfera econômica, no preparo profissional ou em características pessoais dos agricultores. Quando a limitação é de natureza tecnológica, é indispensável defini-la com precisão e buscar uma solução ao alcance dos meios de que o agricultor dispõe, em termos de máquinas, capital, mão-de-obra e conhecimento.

Traçar o perfil da ação necessária não exige que o técnico seja um detetive. Há, hoje, métodos para isso, que podem ser aplicados por todo profissional com boa formação na abordagem sistêmica. Porém, um exercício profícuo de análise e de síntese exige boa retaguarda nas áreas temáticas envolvidas, bem como a capacidade de enxergar o todo. Por isso, esse exercício sempre resulta mais proveitoso quando se conta com profissionais experientes nas áreas temáticas pertinentes, e com a capacidade de se referenciar no sistema conduzido pelo agricultor como um todo. Um dos maiores problemas é justamente que os especialistas com essa capacidade são pouco numerosos.

Muitas das equipes para o trabalho em sistemas de produção foram formadas com técnicos recém-egressos da universidade, com muito entusiasmo, mas pouca experiência profissional e pouco conhecimento temático. Nesses casos, o resultado do exercício sistêmico costuma ser prejudicado pela pobreza na análise, que por sua vez compromete a qualidade da síntese.

Phillipe Jouve, do Institute National de Recherche pour des Regions Chaudes, um dos nomes mais conhecidos da abordagem sistêmica na França, faz a seguinte analogia: para diagnosticar uma doença, o médico pode se valer do estetoscópio e do termômetro, mas o diagnóstico resulta da sua experiência à luz do que os instrumentos lhe indicam. Assim, o instrumental metodológico da abordagem sistêmica produz dados, mas tal qual um termômetro nas mãos de leigos, é insuficiente para um diagnóstico seguro. Aqui bem se aplica o dizer inglês de que nada substitui a experiência.

O objetivo dessa digressão não era o de desencorajar os mais jovens, mas tão somente de ressaltar que os métodos da abordagem sistêmica não fazem mágica, nem substituem a atividade disciplinar de análise. Eles constituem uma ferramenta poderosa, especialmente quando aliam a experiência disciplinar com a visão do sistema como um todo. Essa visão de conjunto do sistema pode ser ensinada, e parece ser muito mais facilmente compreendida e assimilada pelos mais jovens.

A questão da abrangência

Embora exemplificada com um sistema propriedade, a abordagem sistêmica pode ser aplicada em espaços maiores ou menores, de acordo com o problema em foco. Para os preços agrícolas, por exemplo, o limite pode ser o país. Já para a conservação de solos, a abrangência ideal pode ser a microbacia. Também se pode aplicá-la a limites menores: para a adubação do milho, o limite pode ser o talhão de cultivo.

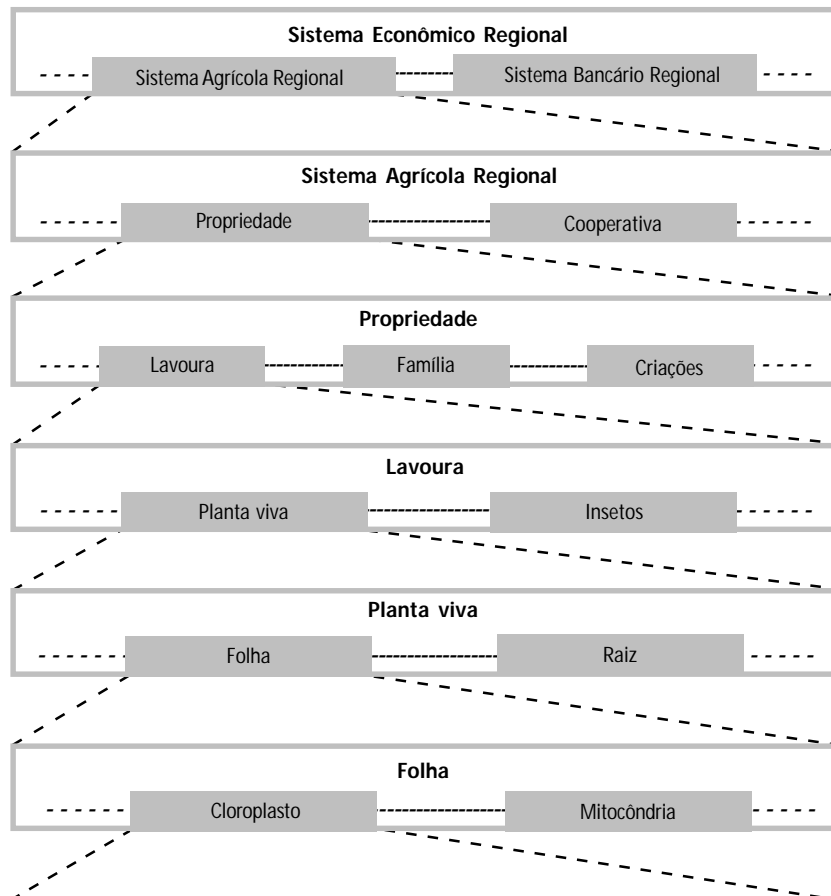
A idéia central subjacente a esse corpo conceitual é a de que o sistema compreende um conjunto que reage enquanto conjunto, e não enquanto partes. Por exemplo, ao se tocar o dedo de uma pessoa com uma agulha, o corpo todo reage em alerta, e não apenas o dedo ferido. De modo análogo, ao se propor uma mudança de variedade de milho numa propriedade, pode haver uma reação positiva ou negativa do conjunto da propriedade. A variedade pode ser rejeitada, porque os grãos são muito duros, não servindo para os animais, ou porque é amarela, e se prefere o milho branco, ou porque tomba muito, e não serve como bom tutor para o feijão, ou porque é de pouca palha, e por isso muito atacado pelo gorgulho, como também pode simplesmente ser bem aceita, porque produz mais e se encaixa no objetivo do agricultor que é vender o milho assim que colhido.

De forma análoga, para os dirigentes de uma cooperativa, o sistema compreende os seus cooperados, independentemente de eles estarem dispersos por vários municípios ou estados. Algo que afete a cooperativa, digamos, uma dívida ou transação mal sucedida, afetará e despertará reações em todo o corpo de cooperados. No entanto, um vizinho de um cooperado, embora fisicamente próximo, não faz parte daquele corpo.

Na abordagem francofônica, de um modo pragmático, os limites do sistema são definidos administrativamente, de acordo com a abrangência do sistema decisório. Por exemplo, um agricultor define o que vai fazer em sua área, mas não pode decidir sobre o que se fará na área do vizinho. Nesse caso, os limites do sistema são as divisas da propriedade. Assim, se o agricultor tiver poder de comando sobre duas áreas separadas, mas administradas para um objetivo comum, então ambas compõem um só sistema. Por exemplo, ele cria porcos onde mora e arrenda uma área para a produção de milho.

Já para um plano de desenvolvimento municipal, a administração do município pode definir prêmios, facilidades, sanções, etc., de modo que o sistema coincida com a área da municipalidade. Similarmente, os limites podem ser as divisas de um estado ou de um país ou bloco econômico.

Louise Fresco, da Universidade Agrícola de Wageningen, na Holanda, propôs uma hierarquia de sistemas agrícolas (Figura II.1). Um sistema de nível superior, digamos, a agricultura de um município, é composto de um número de sistemas imediatamente inferiores, digamos, propriedades. Por sua vez, cada exploração numa propriedade pode ser abordada como um sistema, para os quais a propriedade será o

Figura II.1
Hierarquia de Sistemas Agrícolas

sistema de hierarquia superior. Os sistemas de hierarquia imediatamente inferior são chamados de subsistemas do imediatamente superior.

Em cada nível, os sistemas interagem com outros sistemas de mesma ordem hierárquica, formando uma trama da qual resulta a estabilidade do sistema de nível imediatamente superior e lhe garante certa resistência a mudanças. Por exemplo, o sistema agrícola de um município não entra em colapso se uma propriedade falir; se se quiser aumentar a renda dos agricultores eliminando um intermediário que atua nesse município, serão imediatamente acionados mecanismos para manter o sistema. Num outro nível, a perda de uma folha comida por uma lagarta não implica o fracasso da lavoura, uma vez que a fotossíntese pode ser incrementada no resto da folhagem para compensar a folha perdida.

Uma importante conseqüência dessa estabilidade é que, para qualquer nível hierárquico focalizado, os fatores que mais influem sobre seu comportamento são aqueles de um a dois níveis acima ou abaixo. Uma mudança em níveis mais distantes tende a ser atenuada ou até anulada pelos mecanismos de compensação existentes em cada nível.

Outro aspecto desse mesmo raciocínio é que determinado aspecto tomado como dado num determinado nível pode ser uma variável num nível superior ou inferior. Por exemplo, a infestação por *Brachiaria plantaginea* pode ser um dado ao se analisar a propriedade, mas é uma variável quando se considera o sistema de manejo do solo e das lavouras. Os hábitos de consumo da população de um município são um dado em termos da propriedade, posto que o agricultor isoladamente pouco pode fazer para mudá-los. Contudo, são uma variável em termos de município ou de cooperativa, que podem lançar campanhas educativas ou de propaganda comercial no sentido de modificar esses hábitos.

De forma sintética, os limites do sistema podem variar segundo o aspecto considerado e de acordo com o alcance das instâncias decisórias envolvidas. A escolha dos limites do sistema nem sempre é fácil, mas pode ser melhorada dado o caráter iterativo do método.

O conceito de cadeia produtiva

Para efeito de promoção de determinados setores de atividade, tem sido usada a abordagem de cadeia produtiva, entendida como a seqüência de atores e atividades que se estabelece a montante de determinado produto no mercado. Por exemplo, para trás do peito de frango no supermercado estão a produção de milho e de soja, o transporte e armazenamento desses produtos, seu processamento industrial, a composição de rações, a produção de pintos, a criação dos frangos, seu transporte e abate, o processamento das carcaças, o embalamento dos peitos, a distribuição dos peitos até os supermercados. Naturalmente, esse sistema poderia ser descrito de forma bem mais detalhada ou mais sintética, de acordo com o foco desejado.

O essencial na abordagem das cadeias produtivas é que elas permitem visualizar todos os atores e etapas para se chegar ao produto final, e assim identificar os estrangulamentos aí existentes. Como esses estrangulamentos estão associados a ganhos maiores ou menores em determinado elo da cadeia, freqüentemente os dados econômicos não são transparentemente disponibilizados, uma vez que se constituiriam em armas poderosas nos conflitos internos existentes dentro da cadeia de qualquer produto.

A leitura da situação em termos de cadeia produtiva, combinada com a de sistemas de produção, resulta muito proveitosa para o estabelecimento de estratégias de desenvolvimento das propriedades. Contudo, convém lembrar que, dentro das idéias mestras de desenvolvimento local, deve-se procurar sempre o

menor caminho entre a produção e o consumo, tanto em termos de reduzir os quilômetros rodados como de eliminar elos e atores não essenciais.

O sistema propriedade

Para a grande maioria das questões ligadas à produção, um limite interessante são as divisas da propriedade, porque definem o espaço onde se exerce a ação ordenadora (ou desordenadora) do agricultor ou da família agricultora, ficando assim estabelecido o "sistema propriedade". É esse sistema, e não mais a lavoura de milho ou a criação de galinhas, que passa a ser o ponto de partida e de chegada dos estudos para o desenvolvimento. Esse é o referencial prioritário quando se planeja a conversão de propriedades convencionais para orgânicas, com a mínima dependência de recursos externos.

Estruturalmente, o sistema propriedade pode ser definido por seus limites, componentes, interações, insumos e produtos. Funcionalmente, o sistema é caracterizado pelo manejo através do qual os componentes, interagindo entre si, transformam os insumos em produtos. Numa pequena propriedade familiar, os componentes são família e usualmente explorações vegetais e animais. A composição dessa família, suas características culturais e escolaridade, suas aspirações, idade, sexo, etc. influirão sobre o futuro da propriedade tanto quanto ou mais do que a fertilidade natural do solo ou o clima.

A família e as explorações vegetais e animais interagem, definindo os ciclos e ritmos de trabalho ao longo do ano, o potencial de geração de renda, etc. Por sua vez, as explorações vegetais e animais também interagem entre si, num padrão orquestrado pelo agricultor. Numa propriedade idealmente organizada para o máximo de auto-sustentabilidade, as criações se alimentam do produto das lavouras e os dejetos das criações retornam aos campos como fertilizante. Nos sistemas reais, em geral, essa interação é fragmentada e parcial, o que os fragiliza.

A marcha do trabalho em sistemas de produção

O trabalho em sistemas voltado ao desenvolvimento tem uma marcha relativamente consensada, que consiste em diagnóstico, definição dos problemas chaves e dos perfis das possíveis soluções, busca das soluções, validação das soluções e finalmente sua incorporação à rotina dos sistemas. Quando se trabalha com regiões ou grupos de agricultores, o diagnóstico pode ser acompanhado ou precedido da tipologia do público visado.

Diagnóstico

Consiste no levantamento de informações que permitam esboçar o sistema tal qual é trabalhado pelo agricultor, de forma a subsidiar prospecções sobre sua evolução. As perguntas centrais são: como se estrutura esse sistema, como funciona e para

onde tende a ir. Para respondê-las, levantam-se informações sobre a natureza e a organização do espaço físico (área total e sua ocupação, benfeitorias, tipo de solo e relevo, recursos hídricos, tipo climático e seus riscos, etc.), sobre os recursos humanos e suas relações sociais e econômicas (número de pessoas, parentesco, idade, sexo, aspirações, fontes de renda, ocupação, etc.) e sobre as entradas (insumos agrícolas, máquinas, alimentos, vestuário etc.) e saídas (produtos agrícolas, artesanato, etc.).

Tenta-se perceber o sentido de sua evolução (forças de agregação/desagregação, conflitos internos, relações de poder), porque desse sentido depende a orientação da sua batuta ordenadora. Os aspectos gerenciais, sobretudo o sistema de tomada de decisões e seu reflexo sobre as pessoas envolvidas, são especialmente importantes. É muito comum que o sistema não evolua devido a problemas nessa esfera, tais como heranças não resolvidas, disputas internas na família, etc.

Detalhando-se os subsistemas de produção animal e vegetal se levantam os rebanhos ou plantéis (número, classe, raça), instalações, doenças, alimentação, índices de desempenho, destinação final, forma de comercialização; culturas, rotações, áreas de pasto e de reservas naturais.

Há vários métodos de levantar essas informações, desde os totalmente formais, via questionários previamente elaborados, até os completamente informais. Como regra, os métodos informais são mais confiáveis, mas exigem maior experiência do técnico e só se aplicam a grupos pouco numerosos.

Um dos métodos informais mais seguros é o levantamento do histórico de vida do agricultor ou família agricultora e da propriedade. Desse histórico costuma resultar uma imagem mental das aspirações e objetivos da família, e de como a propriedade vem sendo trabalhada para alcançar tais objetivos. Com essa visão mais geral e em posse de informações sobre a condução das lavouras, criações, entradas e saídas, pode-se formular uma primeira hipótese sobre as principais limitações e potencialidades do sistema e traçar um primeiro esboço das possíveis mudanças.

Após a análise dos componentes e a síntese de um primeiro conjunto de propostas, realiza-se nova visita, na qual se discutem essas propostas. Daí normalmente emergem outras informações, que iterativamente, através de novas sínteses e análises, vão tornando mais nítido o aprimoramento necessário, tanto para o técnico como para o agricultor.

Tipificação

Quando se trabalha com grandes grupos de agricultores, por exemplo, num município ou região, normalmente não é possível atender cada propriedade individualmente. Nesses casos, é útil organizar os agricultores em grupos que tenham limitações e possibilidades mais ou menos semelhantes. Em geral, se utilizam como critérios para esse agrupamento as principais explorações, nível de renda, tamanho da

propriedade, máquinas, etc. Uma vez classificados dentro dos tipos definidos, escolhe-se uma amostra de propriedades dentro de cada tipo, que serão visitadas para estudo como descrito anteriormente.

Contudo, há que ser cuidadoso na escolha dos critérios de tipificação de modo a que a categorização resulte útil para a finalidade a que se destina. Por exemplo, se o objetivo do projeto é difundir práticas vegetativas de controle da erosão em culturas anuais, o uso ou não de cobertura de inverno e a planta utilizada podem ser mais importantes como critério para a tipificação do que o estrato de área ou de renda.

A tipificação pode ser feita com dados secundários, de modo que em projetos de desenvolvimento regional pode ser trabalhada antes de um diagnóstico preciso no nível das propriedades. Não obstante, mesmo nesses casos, convém realizar pelo menos um levantamento de reconhecimento, dos quais há vários métodos descritos na literatura sobre sistemas de produção.

Definição dos pontos-chaves

Com freqüência, a conclusão do diagnóstico visando à conversão para a agricultura ecológica é uma longa lista de problemas, que os agricultores raramente podem enfrentar a um só tempo. Assim, é indispensável estudar o conjunto dos entraves à luz do sistema completo, de modo a identificar aqueles entraves cuja solução tenha o maior impacto possível no sentido de desencadear a solução de outros entraves.

Esse é um exercício difícil, demandando do técnico conhecimento, sensibilidade, visão de conjunto e sobretudo capacidade de interagir com o agricultor. Posto que os sistemas normalmente apresentam variadas interações, não raro a solução está em pontos cuja relação com o problema focalizado não é visível a princípio.

Por exemplo, num estudo para melhorar o estado nutricional de agricultores familiares, constatou-se baixo consumo de proteína animal. Como quase toda a proteína animal na dieta provinha das criações domésticas de porcos e galinhas, era necessário melhorar o desempenho dessas criações, que por sua vez era limitado pelo arraçoamento insuficiente, devido à baixa disponibilidade de milho.

Essa baixa disponibilidade de milho se devia ao empobrecimento progressivo dos solos, e às elevadas perdas por insetos e por roedores nos paióis improvisados. Portanto, para melhorar a disponibilidade de proteína animal na dieta dos agricultores, as soluções poderiam passar por: recuperar a fertilidade dos terrenos, usar variedades menos sujeitas a insetos e construir paióis à prova de ratos.

Avaliando as vantagens e desvantagens dessas possibilidades, a construção de paióis melhores de baixo custo poderia ser o ponto-chave para, já no primeiro ano, desencadear as mudanças no sentido desejado. Eventualmente, a troca para uma variedade menos atacada pelo gorgulho poderia ser trabalhada nesse mesmo ano, e a adubação verde para recuperar os terrenos nos anos seguintes.

Na prática, nos sistemas agrícolas em andamento, parece existir um limite à assimilação de mudanças em cada ciclo de produção. De modo geral, três modificações importantes parecem ser o máximo exeqüível por ano agrícola.

Esboço do perfil das soluções ideais

Uma vez que os problemas tenham sido elencados, suas relações dentro do sistema sejam conhecidas e os problemas chaves estejam definidos, o perfil das soluções emerge quase que naturalmente. Entenda-se que o perfil não é ainda a solução, mas é mais que a metade dela.

Por exemplo, no caso que acabamos de expor, quem não conhecesse o todo do sistema poderia simplesmente sugerir que se comprasse carne, e se produzisse mais das culturas de renda para poder arcar com os custos. Contudo, a lógica de produzir para autoconsumo busca justamente reduzir as despesas monetárias, devido à sua baixa renda, que por sua vez resulta de problemas estruturais ligados à inserção subalterna desses agricultores no sistema econômico regional.

Assim, soluções como comprar carne, comprar adubo para o milho ou paióis sofisticados e tratamentos raticidas e inseticidas estão fora de cogitação. O perfil indicado pela leitura do sistema por inteiro inclui: baixo custo monetário, possibilidade de reprodução da semente, por isso o milho variedade, e complexidade de execução técnica dentro da capacidade dos agricultores envolvidos.

Esse mesmo método de esboço do perfil da tecnologia necessária pode ser aplicado em situações que contrastam substancialmente com a anterior. Um caso muito atual se refere à produção orgânica de soja no Norte do Paraná, onde essa cultura é totalmente mecanizada e não raro constitui monocultura em termos das propriedades. Os sistemas agrícolas com essa característica são muito simplificados, com poucas interações internas, de modo que as limitações ao sistema quase que coincidem com as limitações à soja. Na soja, a limitação principal à conversão é o controle de invasoras, baseado em herbicidas no método convencional.

O controle mecânico das invasoras seria a opção mais imediata. Porém, se choca com a baixa disponibilidade de mão-de-obra, com o fato de a tração animal não ser usual e o cultivo mecanizado ser difícil devido à exigência de semeadura em espaçamento perfeito, o que é dificultado pelo relevo. Em certas situações, uma dessas opções pode ser viável, e então o problema está resolvido.

Contudo, na maioria dos casos, essas soluções não se enquadram, o que aponta para a necessidade de alternativas não centradas no cultivo mecânico. Uma possibilidade é o desenvolvimento de boas coberturas de inverno, cuja palhada diminua a pressão de invasoras. Idealmente, essa cobertura deve produzir boa palhada, que dure pelo menos dois meses, e que esteja em ponto de ser trabalhada na melhor época de semeadura da soja, que é a primeira quinzena de novembro. Esse é o perfil da solução ideal, à luz do sistema de produção.

Esse método de trabalho contrasta fortemente com a rotina da maior parte dos serviços de aconselhamento agronômico, tanto os oficiais quanto os de ONGs. O mais usual é que se tente adequar a propriedade à tecnologia. Por exemplo, ensina-se os agricultores a criar minhocas e a fazer composto, ou a utilizar um determinado adubo verde, porque são boas técnicas. *Contudo, a questão não é se tal técnica é boa ou má, mas se ela se encaixa no perfil da solução ideal para o(s) problema(s) chave(s) do sistema focalizado.*

Busca das soluções

Definidos os pontos-chave e os perfis das soluções, passa-se à busca das soluções especificamente procuradas. No caso de os pontos-chave envolverem questões tecnológicas, essa busca se constitui na verificação, dentro do estoque tecnológico disponível, da opção de melhor encaixe à situação visada.

Normalmente, essa busca exige incursões por áreas temáticas bem definidas. Por isso, técnicos com boa formação nas áreas temáticas envolvidas no sistema tendem a realizar com melhor qualidade esse trabalho. Como vivemos num mundo de especialistas, as equipes que trabalham com sistemas de produção tentam compensar as limitações de cada profissional compondo um grupo mínimo. No IAPAR, cada equipe idealmente inclui um fitotecnista, um zootecnista, um profissional da área de recursos naturais e um da sócio-economia. A esse núcleo, agregam-se outros especialistas na medida da necessidade.

Na prática, esse trabalho em grupo resulta muito difícil, de modo que um generalista de boa formação parece ser uma opção mais eficaz e realista quando se dispõe de poucos recursos. Por boa formação entenda-se o domínio nas áreas básicas nas ciências agrárias e ao menos familiaridade com a área sócio-econômica e ecologia. Em tempos de especialização precoce como os de hoje, tal profissional precisa ser procurado com afinco. Não raro, na linha de frente do aconselhamento agrícola, encontramos profissionais cuja amplitude tecnológica se restringe ao convencional de uma ou duas culturas. Por força dessa limitação, profissionais assim têm grande dificuldade em aproveitar o estoque tecnológico na busca de soluções que se enquadrem no perfil desejado.

Felizmente, é possível estudar e ir superando essas limitações. De novo, cabe aqui a assertiva de que o insumo-conhecimento é a pedra angular da agricultura ecológica. Para o método convencional, o diploma é a senha que credencia o portador a assinar o receituário agronômico. Na agricultura ecológica, a única senha é o conhecimento.

Validação das soluções

Uma vez identificada a tecnologia dentro do perfil esperado, o passo seguinte é seu teste nos sistemas de produção reais conduzidos pelos agricultores. O ideal é que a tecnologia seja discutida com o agricultor ou família agricultora, de modo que eles

mesmos possam conduzir o teste. Esse já é o primeiro crivo à sua adequação. Se o processo anterior foi bem conduzido, normalmente não haverá problemas nessa fase, sendo o teste de validação quase uma unidade demonstrativa.

Contudo, é freqüente que mesmo a melhor solução encontrada não se encaixe perfeitamente no perfil ideal. Nesses casos, é preciso usar a criatividade para fazer os ajustes necessários e, iterativamente e interativamente, ir aprimorando a solução. Quando se trabalha com grandes grupos de agricultores, as propriedades focalizadas e nas quais se concentram os estudos e testes servem como referência, tanto para os outros agricultores quanto para o pessoal da pesquisa e da extensão[2].

Incorporação da inovação à rotina dos sistemas

Após essa série de passos, do diagnóstico da situação à validação, a inovação está pronta para ser incorporada ao sistema de produção. Quando se trabalha em grandes grupos, daí para frente o trabalho com essa inovação consiste na sua divulgação pura e simples, pelos métodos usuais.

Quando se está focalizando a conversão de uma propriedade individualizada, a incorporação da inovação permite um novo salto. Em face da inovação, a propriedade sofrerá um rearranjo, atingindo um novo patamar de sustentabilidade, supostamente acima do anterior. Havendo interesse, o processo pode então ser repetido, objetivando um novo salto na safra seguinte.

A idéia de sistema e a noção biodinâmica de organismo agrícola

Há uma interessante analogia entre a abordagem sistêmica da atualidade e o conceito de organismo agrícola proposto por Rudolf Steiner na década de 1920, nos primórdios da Biodinâmica.

Naquela época, já se faziam sentir problemas derivados da fragmentação do conhecimento, o que talvez tenha levado Steiner a intuitivamente focalizar a propriedade como um todo. Esse organismo agrícola deveria ser saudável tanto sob o ponto de vista social quanto econômico e ecológico. Essas são as mesmas dimensões focalizadas na Agenda 21 no tripé da sustentabilidade.

Para Steiner, entretanto, a saúde espiritual do homem era entendida como a pedra angular dessa saúde geral do organismo agrícola. Do outro lado do planeta, meio século mais tarde e partindo de pressupostos filosóficos muito distintos, Masanobu Fukuoka afirmaria que o sucesso da agricultura natural só ocorreria quando o agricultor estivesse espiritualmente saudável.

2 A experiência com esse método também é descrita na já referida Circular 97, do IAPAR.

Assim posto, isso tudo parece apenas poético, mas sua semelhança com o conceito atual é espantosa. Talvez apenas dispomos hoje de um método mais elaborado para fotografar esse "organismo agrícola" e, em lugar de saúde espiritual, falamos em batuta ordenadora do sistema. Com muita freqüência, encontram-se conflitos na esfera das relações humanas (familiares, sociais, econômicas) que conturbam a condução do sistema.

Usando uma metáfora, essa batuta ordenadora não consegue executar sinfonia alguma, porque os músicos não se entendem. Um sistema de tomada de decisões e condução da propriedade bem compreendidos e aceitos são reflexos e refletem uma harmonia interna na propriedade e no seu relacionamento com o meio externo.

O sistema ideal na agricultura orgânica

Na proposta orgânica, está implícito um conceito de sistema ideal. Como caricatura desse sistema, há aí uma família feliz que se realiza no cultivo da terra e no trato das criações. A propriedade é produtiva, depende de poucos recursos externos, não degrada os recursos naturais e é lucrativa. Naturalmente, esse é um ideal a ser buscado, do qual a grande maioria das propriedades orgânicas está bastante distante, embora esteja à frente das propriedades convencionais em vários aspectos.

Na maioria das propriedades orgânicas no Centro-Sul do Brasil, há problemas quanto à orientação da batuta ordenadora do agricultor, ocorre acentuada dependência de recursos externos à propriedade, a integração interna das explorações deixa a desejar, etc. Tem faltado a muitos dos gestores das propriedades orgânicas justamente o conceito de sistema e um método de trabalhar com ele. Faltam também aos agricultores conceitos adequados à produção vegetal e animal nos trópicos e centrados na ecologia, em lugar da química e da física, alicerçados no manejo de processos em lugar de produtos.

Contudo, a abordagem sistêmica não traz em si as soluções para esses problemas. O que seu exercício permite é a identificação de quais problemas estão entravando o sistema, para a partir daí se orientar a busca de soluções. Após esse exercício, freqüentemente os limitantes do sistema se mostram em aspectos distintos daqueles inicialmente levantados pelos técnicos e agricultores.

Alguns aspectos sistêmicos das pequenas e médias propriedades

A importância social e econômica das pequenas e médias propriedades justifica uma abordagem um pouco mais detalhada dos elementos centrais de sua estrutura e funcionamento. Além disso, elas constituem o público-alvo da maioria das ONGs envolvidas com a agricultura ecológica no país. Atualmente, tem sido utilizado o termo agricultura familiar para se referir a

esse grupo de sistemas, embora, a rigor, o adjetivo familiar se refira apenas à predominância da força de trabalho familiar sobre a contratada.

Ao largo do imenso espaço geográfico do Brasil, esse estrato de agricultores apresenta muita variação. Os traços desses sistemas aqui descritos se referem, sobretudo às pequenas e médias propriedades do Centro-Sul do país, ficando a cargo dos leitores proceder aos ajustes necessários a outras regiões.

As pequenas e médias propriedades são predominantemente policultoras, incluindo lavouras e criações, para consumo interno na propriedade e para renda. Dentre seus produtos para renda, destacam-se alimentos para o mercado interno (feijão, mandioca, leite, hortaliças, frutas, aves, suínos, etc.), mas também são importantes em produtos de exportação como o café e o tabaco.

O setor para consumo doméstico está presente em praticamente todas as propriedades, mas tende a ser mais importante nas de mais baixa renda. Seus principais produtos são o milho, o feijão, os suínos e as aves, acompanhados de um grande número de outras culturas de expressão muito variada, tais como a mandioca, a batata-doce, as abóboras, o amendoim, hortaliças, etc.

As principais atividades de renda variam regionalmente e são definidas de acordo com a demanda local e/ou as possibilidades de escoamento. Nas proximidades de grandes centros consumidores, tende a haver uma especialização na produção de alimentos perecíveis, especialmente hortaliças de folha e frutas. Em regiões mais distantes predominam produtos secos, como grãos. Nas proximidades de agroindústrias tende a haver uma concentração na produção dos alimentos que ali se processam.

No universo das pequenas e médias propriedades, há grande variabilidade em termos de nível de renda e da qualidade da terra. Não obstante, a maioria desses agricultores é pobre e trabalha em terrenos de qualidade inferior ou de alguma forma menos bem dotados de recursos naturais. Em determinadas regiões, parcelas expressivas dos agricultores não têm a propriedade formal da terra.

Nessa situação, a lógica econômica dessas famílias agricultoras consiste em transformar sua força de trabalho em renda e em produtos para consumo doméstico, por meio da terra de que dispõem. Porém, essa transformação assume uma grande variedade de formas, de acordo com os objetivos específicos de cada núcleo familiar e das estratégias seguidas para atingi-los. A definição desses objetivos e dessa estratégia, além de valores puramente econômicos, inclui fatores culturais, sociais, religiosos e outros.

Esses objetivos e estratégias são materializados na infra-estrutura existente na propriedade, na forma de ocupação da área agrícola, na escolha das lavouras e criações e na sua importância quantitativa. Por exemplo, a presença de expressiva área de milho para uso interno normalmente indica que o agricultor atribui grande valor

à auto-suficiência alimentar, posto que o milho é a base da criação de suínos e aves e também entra na alimentação de vacas e da própria família diretamente. Por outro lado, sistemas fortemente concentrados nas atividades de renda, como lavouras de algodão chegando até a beira da casa, indicam que a renda é a prioridade absoluta da(s) pessoa(s) que comanda(m) o sistema.

Decisões fundamentais e recorrentes

Ao se entrar numa propriedade, o que se vê é um reflexo da seqüência das decisões maiores que foram sendo tomadas ao longo do tempo. Contudo, a tomada de decisões, grandes ou pequenas, depende da personalidade das pessoas envolvidas e de como elas vêem seu ambiente. Essa tomada de decisões não é restrita a alguns momentos definidos no tempo. É antes fruto do exercício de análise e de síntese que os agricultores realizam a cada dia ao longo de cada safra, de acordo com sua percepção da conjuntura econômica e do andamento climático. Não obstante, há algumas questões com que os agricultores se defrontam que merecem destaque em face da sua relevância para a condução geral do sistema.

Renda X Consumo doméstico

Os pequenos agricultores poderiam se dedicar unicamente à geração de renda, e comprar tudo de que necessitassem. Contudo, essa decisão não é usual. Normalmente, o esforço produtivo é dividido entre atividades para renda e atividades para consumo doméstico.

Como há restrição de área, de mão-de-obra e de dinheiro, a geração de renda e a produção para consumo doméstico entram em conflito. A administração desse conflito é uma questão central na estratégia de sobrevivência econômica dos agricultores.

O agricultor se situa nos extremos da cadeia de compra de produtos agrícolas e da venda de produtos industriais. Na compra de produtos agrícolas, os preços recebidos pelos agricultores são os mais baixos da cadeia. Por outro lado, na venda de produtos para consumo doméstico, os preços pagos pelos agricultores tendem a ser os mais elevados. Assim, a produção para consumo doméstico está ligada à estratégia de minimizar a dependência do agricultor em relação às oscilações do mercado e maximizar sua renda monetária líquida, ao lado das culturas de renda.

Não obstante, há também um conflito entre as atividades de renda e as atividades para consumo doméstico, uma vez que elas concorrem pelos mesmos recursos produtivos (terra, mão-de-obra, capital, capacitação). Em geral, os agricultores tentam administrar essa situação alocando recursos para a produção de uso doméstico de modo a não comprometer a(s) atividade(s) de renda, o que normalmente não é de todo possível, de modo que permanece latente o conflito.

A importância relativa atribuída pelos agricultores à geração de renda ou à produção para consumo doméstico varia de caso a caso. Em geral, os agricultores com menores possibilidades de gerar renda bruta dedicam relativamente mais esforços ao consumo doméstico. Há também fatores de natureza individual na definição do ponto de equilíbrio nessa estratégia.

Como já mencionado, a extensão da área de milho para uso próprio é um indicador da importância atribuída por determinado agricultor à produção para consumo doméstico. Outro indicador em muitas áreas do Centro-Sul do Brasil é o arroz de sequeiro. Sendo o arroz relativamente barato, de alto risco climático e concorrendo por mão-de-obra com as culturas de verão, seu cultivo para autoconsumo normalmente está associado à grande restrição de renda e/ou à elevada importância do auto-abastecimento alimentar para o agricultor.

Risco X Capitalização

A postura do agricultor frente ao risco é outro elemento central na definição do sistema e tende a estar relacionada ao seu nível de capitalização, mas também aqui há fatores individuais.

Para um pequeno proprietário descapitalizado, sua limitada área não é apenas a base de sua sobrevivência física. É a garantia de domínio sobre si mesmo (ser o próprio patrão) e é o substrato de vínculos sociais de mútuo suporte, estabelecidos com base na proximidade física e/ou familiar. É preciso um forte atrativo para que tal agricultor coloque em risco essa sua pequena, mas fundamental riqueza, especialmente quando as alternativas são nebulosas.

Em parte por essas razões, há hesitação e relutância na utilização de crédito agrícola por parte dos pequenos agricultores descapitalizados, mesmo quando as condições do crédito são contabilmente vantajosas. Por outro lado, a não utilização do crédito usualmente limita a evolução sócio-econômica e técnica do sistema. O pagamento em produto, estabelecido em alguns programas de financiamento, tende a ensejar maior utilização do crédito pelo público averso ao risco.

Para os agricultores mais capitalizados, as mesmas considerações são válidas, mas o risco é relativamente menor e os laços de mútuo suporte de base geográfica são menos importantes. Isso lhes permite maior utilização do crédito, o que melhora suas oportunidades de ascensão sócio-econômica.

Contudo, mesmo numa comunidade relativamente homogênea, observam-se diferenças individuais quanto ao nível de risco aceito pelos agricultores. Diferentes atividades de renda usualmente refletem essas diferentes posturas, de modo que, em cada região, é possível relacionar determinadas culturas e explorações com atitudes mais tendentes a enfrentar ou a rejeitar riscos.

Renda X Mão-de-obra

Na escolha das culturas de renda, um fator sempre considerado é sua exigência em mão-de-obra frente aos recursos humanos de que a família dispõe. Essa escolha é influenciada não apenas pela quantidade, mas cada vez mais pela qualidade e capacitação da mão-de-obra. Famílias numerosas tendem a conduzir atividades mais exigentes em trabalho (sericicultura, fumicultura, cotonicultura). A olericultura e a fruticultura demandam maior capacitação do pessoal.

Outro aspecto de importância crescente é o envelhecimento da população rural, processo que tem recebido pouca atenção no país em face das suas profundas conseqüências para a produção agrícola, a formação da paisagem e o equilíbrio social. A migração para as cidades tem despovoado o meio rural da força de trabalho jovem. O reflexo nos sistemas de produção é a mudança para culturas menos exigentes em esforço físico, o assalariamento de terceiros ou o arrendamento para terceiros. Com relativa freqüência, ocorre finalmente a venda da propriedade para algum vizinho mais capitalizado, o que contribui para a concentração fundiária.

Esse processo, embora ocorra em todo o Brasil, é especialmente intenso nos estados mais desenvolvidos, onde a maioria dos agricultores já ultrapassou a casa dos quarenta anos. Nesses estados, salvo em umas poucas ilhas, caminha-se para um processo de esvaziamento do meio rural, que na França recebeu o nome de desertificação e que lá abrange grandes áreas de dotação natural menos privilegiada.

Trabalho familiar X Assalariamento

De modo geral, os pequenos agricultores não apreciam assalariar-se nem assalariar terceiros. O assalariamento de terceiros é uma fonte de conflitos, cuja administração foge às suas expectativas e habilidades. Contudo, é crescente o assalariamento nas propriedades mais capitalizadas, mesmo nas pequenas. Isso se deve à dinâmica econômica, mas também à redução do tamanho das famílias.

Nos estratos rurais mais pobres, é freqüente o assalariamento de parte da família em atividades externas à propriedade para complementar a renda. No caso de assalariamento em outras atividades rurais na região, o sistema fica desfalcado de sua força de trabalho justamente na época de maior demanda, porque é também essa a época de maior necessidade nas propriedades empregadoras.

Também é crescente o número de assalariados em atividades não rurais, mas que continuam a viver ou ao menos mantêm forte vínculo com o meio rural. Essa população constitui a maior parte do que tem sido chamado de *o novo rural*, o rural não agrícola. Observa-se um forte crescimento da parcela da renda familiar advinda do trabalho dos novos rurais, atualmente na casa de 50% no Estado de São Paulo e 30% no Paraná.

O assalariamento de parte da família também pode ser enfocado dentro da estratégia de sobrevivência econômica, discutida em *Renda X Consumo doméstico.* Em muitas situações, observa-se uma tendência de se ir devotando cada vez mais esforços à geração de renda via não-agrícola, ficando a propriedade, no extremo, limitada à produção para autoconsumo.

Conflitos internos e externos nos sistemas

A estrutura e sobretudo o funcionamento das propriedades operam sobre condições reais, nas quais sempre há conflitos. Em face da ocorrência generalizada de alguns desses conflitos, convém que estejam sempre à tona nas reflexões sobre os sistemas. Por outro lado, há também complementaridades, que podem ser exploradas. Esses conflitos e complementaridades ocorrem tanto no âmbito das relações biológicas quanto das sócio-econômicas. Cada agricultor tende a organizar o seu sistema de produção de modo a maximizar as complementaridades e a minimizar os conflitos. Contudo, usualmente persistem alguns conflitos sem solução definitiva, e que precisam ser administrados de acordo com a conjuntura.

Além dos ajustes internos, cada agricultor também precisa ajustar seu sistema como um todo ao meio externo, na mesma lógica de maximizar complementaridades, minimizar conflitos e ir administrando o que não comporta solução definitiva. O objetivo de se focalizar esses aspectos dos sistemas não é o de esgotá-los enquanto objeto de estudo, mas de construir um pano de fundo sobre o qual se dão as decisões dos agricultores. Alguns dos aspectos que serão focalizados às vezes nem são de conhecimento consciente e explícito dos agricultores, mas nem por isso deixam de se fazer presentes na sua tomada de decisões.

Conflitos internos

Internamente, os conflitos mais comuns se referem à forma de utilização dos recursos produtivos (terra, trabalho, capital) e à divisão dos benefícios entre as pessoas envolvidas no sistema. Competem pelos mesmos recursos produtivos as atividades para renda e as para consumo doméstico, os animais e as lavouras.

Renda X Consumo doméstico

Quando cresce a necessidade de renda, progressivamente menos área e menos trabalho são dedicados ao consumo doméstico. No Centro-Sul do Brasil, a exclusão de lavouras para consumo doméstico normalmente segue a seguinte ordem: primeiro desaparece o arroz, depois o milho, depois o feijão e então a mandioca.

Essa ordem de exclusão se deve a fatores econômicos, ao risco, à dimensão das áreas necessárias para cada cultura e às características próprias de cada espécie. O arroz é altamente exigente em mão-de-obra para capina, justamente no período de pico de demanda pelas outras lavouras de verão. Além disso, é relativamente barato para a aquisição no mercado e de alto risco para produção

própria. O milho é menos exigente em trabalho, mas o abastecimento da família exige uma área de 1ha a 3ha, o que pode ser muito em relação à área da propriedade.

O feijão necessário para o ano pode ser produzido em 0,5ha a 1ha ou menos, e seu ciclo rápido e hábito de crescimento permitem o consórcio ou rotação com outras lavouras, não incorrendo em competição por terra. O conflito por mão-de-obra é limitado, pois sua época de cultivo não coincide exatamente com a de outras culturas de verão. Finalmente, a mandioca costuma ser a última cultura a se abandonar porque as quantidades exigidas para o abastecimento doméstico implicam pouca área (500 a 2.000m^2) e pouco trabalho.

Muito freqüentemente o conflito renda X consumo doméstico é administrado em prejuízo da alimentação dos agricultores. Restringe-se primeiro o consumo de produtos de origem animal, como conseqüência da redução na produção de milho. Entre os agricultores mais pobres, até a ingestão calórica é prejudicada.

Animais X Lavouras

O conflito animais X lavouras se refere especialmente à terra. Os bovinos exigem pasto; os suínos, criados soltos, danificam as lavouras, tanto as do seu dono como as dos vizinhos. Uma alternativa é confinar os animais, fornecendo-lhes toda a alimentação no cocho. Contudo, confinar implica um aumento na demanda de trabalho e de dinheiro para as criações. Assim, esses animais, especialmente os bovinos, tendem a ser excluídos do sistema, salvo quando há tratos de terra de má qualidade para as lavouras, mas aproveitáveis por essas criações.

Nas propriedades onde se usam eqüídeos para tração, é usual o conflito entre esses animais, de um lado, e a renda e a alimentação da família, do outro lado. O milho consumido pelos eqüídeos poderia ser vendido, gerando renda, ou direcionado para os porcos, melhorando a dieta familiar.

Divisão da renda entre as pessoas envolvidas na produção

O conflito pela divisão dos benefícios entre os trabalhadores ocorre em todas as propriedades, embora assuma formas diferentes quando a mão-de-obra é familiar, parceira ou assalariada. No caso do assalariamento ou da parceria, os conflitos assumem a feição de questões legais, podendo ser resolvidos ou encaminhados por essa via.

O problema é mais complexo no caso da mão-de-obra familiar, existindo uma oposição entre os que controlam nominalmente os benefícios e os outros trabalhadores. É freqüente a oposição entre o pai e os filhos homens, e dos filhos entre si, sejam homens ou mulheres. Esses conflitos normalmente são velados e tende-se a compreendê-los como questões íntimas da família. Apesar disso, é

indispensável trabalhá-los, uma vez que determinam diferentes níveis de interesse e participação nas decisões e de engajamento no trabalho. Muitas vezes a questão é resolvida pelo afastamento de parte da família, pulverizando-se sua pouca riqueza e seu potencial de trabalho.

Choque de valores e de aspirações entre gerações

Para a sucessão no comando das propriedades, tem sido cada vez mais freqüente o choque entre os pais hoje com mais de 40 anos e os filhos na faixa dos 20 anos. Por seu lado, os pais, culturalmente formados num padrão de consumo mais sóbrio e com valores morais mais conservadores, organizam o sistema com base em suas aspirações.

Por seu turno, os filhos, embora tendo crescido no meio rural, são culturalmente filiados a uma cultura urbana e mais pródiga em relação ao consumo. Por exemplo, em relação à moradia, para os pais pode ser suficiente uma casa de madeira bem construída, sem goteiras nem vento, rodeada por um terreiro de chão batido cuidadosamente varrido com vassouras de guanxuma. O chiqueiro, nas cercanias do terreiro, é a garantia de fartura.

Para os filhos, a habitação ideal se aproxima mais de uma casa de campo de citadinos, veiculada pela mídia, com muita grama e jardim. A carne de porco continua apreciada, mas o chiqueiro próximo, em vez da feliz idéia de fartura, é fonte do indesejado odor suíno. Na hora de se casar, o jovem rural encontra dificuldade em encontrar uma moça que não se importe com a lama e a poeira, o odor de porcos e a menor oportunidade de contato social.

Para os adolescentes, os valores morais mais conservadores nos meios tipicamente rurais se chocam com suas expectativas de contato sexual, diariamente estimuladas pela mídia. Esse choque de valores, mais uma vez, tem sido freqüentemente resolvido pela mudança para a cidade.

Esse conflito de valores e aspirações, ligado ao fenômeno macro de urbanização das mentalidades, assume o caráter de um choque entre gerações, cuja dimensão é perfeitamente visível na sucessão de comando na propriedade. Com freqüência, não há sucessor algum que se habilite, terminando o processo com a anexação da área por algum vizinho ou, quando próxima de grandes centros, com sua transformação em área de lazer. Essa é outra faceta do novo rural já referido.

Conflitos externos

Além dos conflitos internos, há vários conflitos que opõem a propriedade e/ou o meio rural ao seu entorno, e que condicionam sua evolução. A seguir, comentam-se alguns desses conflitos, na expectativa de estimular o leitor à iterativamente estudar as possibilidades de evolução dos sistemas focalizados.

Transferência de renda do campo para as cidades

Muito se tem discutido sobre a transferência de renda do campo para as cidades. É um fenômeno de ocorrência mundial, cuja expressão mais evidente é a relação de preços entre os produtos agrícolas e os industriais. Historicamente, tem sido necessário oferecer uma quantidade maior de determinado produto agrícola para pagar o mesmo bem industrial.

Má distribuição de renda e riqueza rural

No Brasil, a distribuição extremamente desigual da riqueza nacional se exprime, entre outras formas, pelos baixos salários comparativamente a outros países de renda *per capita* semelhante. Os baixos salários têm duas conseqüências diretas sobre a economia agrícola: restringem o número das opções de cultivo para renda e deprimem os preços dos produtos de consumo interno.

Quantitativamente, a compra típica de uma família urbana pobre se resume a arroz, feijão, açúcar, óleo, café e sal. Em conseqüência, os agricultores que produzem para esse mercado têm poucas opções de cultura para renda e o preço que lhes é pago é deprimido. Esse fato tem sido agravado pelos mecanismos governamentais de manutenção dos alimentos com preços baixos para os pobres urbanos, visando a controlar a tensão social nas grandes cidades. Concretamente, não parece realista esperar um meio agrícola rico quando seu mercado consumidor é pobre.

Maior crescimento na produção nos trópicos do que na demanda nos países ricos

No tocante aos produtos de exportação, os preços também têm se deteriorado historicamente. O mercado comprador se restringe aos países desenvolvidos, numericamente poucos, enquanto o mercado produtor é relativamente mais numeroso. Além disso, os países compradores respondem pela quase totalidade das empresas de crédito, de transporte, de processamento e de distribuição do mundo. Isso amplia sua margem de controle sobre os preços, em prejuízo dos países produtores. A população dos países ricos tem crescido muito pouco, enquanto a dos países pobres tem crescido a taxas mais elevadas. Assim, os preços dos produtos tropicais tendem a se deteriorar, uma vez que anualmente entram em ação mais novos produtores do que novos consumidores.

Pressão dos mercados ricos sobre os custos de produção

Em nível internacional, a transferência de renda do campo para a cidade se traduz na relação comercial muito mais favorável aos países ricos que aos países pobres, o que obviamente está fora do controle dos agricultores individualmente. Esse conflito se manifesta como uma constante pressão sobre a propriedade para baixar mais e mais os custos de produção, o que

tende a aumentar as externalidades. Contabilmente os custos baixam, não tanto por se melhorar a eficiência da produção, mas pelo desgaste da base natural e social do sistema.

Intermediação comercial

Ao contrário dos conflitos anteriores, que passam despercebidos pela maioria dos agricultores, a intermediação comercial é bem conhecida. Estando a produção pulverizada no meio rural e havendo a necessidade de concentrá-la para a venda aos centros consumidores, existem em todas as pequenas cidades do país negociantes que realizam essa agregação da produção. Nas cidades maiores das regiões produtoras, costuma haver negociantes maiores que compram dos primeiros. Os operadores desse sistema de intermediação entre o produtor e o consumidor final têm sido chamados pejorativamente de atravessadores.

No Paraná, esse modo de comercialização é especialmente comum para o feijão e o algodão, abrangendo ainda parte da safra de milho e de vários outros produtos. Os operadores desse sistema têm uma ampla margem de manobra de preços, baseada na sua capacidade de crédito, transporte, armazenamento e vivência nos mercados. O resultado é que os preços pagos aos agricultores acabam sendo uma fração minúscula dos preços de venda ao consumidor final.

Embora a imagem do intermediário seja antipática ao consumidor, que o vê como vilão essa opinião não é compartilhada pelo conjunto dos agricultores. Efetivamente, os intermediários realizam o escoamento da colheita de produtores que não são atendidos por nenhum canal alternativo, de modo que há um sentimento de resignação e, não raro, de gratidão para com o intermediário. Esse sentimento é muitas vezes reforçado pelos aspectos de complementaridade comercial e desenvolvimento de laços de amizade e compadrio. Isso não anula a relação assimétrica de riqueza e de poder, mas, por assim dizer, dissimula e solidifica a assimetria, paralelamente à ascensão do intermediário em termos de enriquecimento material, prestígio social e influência política.

A compressão múltipla da renda dos agricultores

Assim, sobre os preços já comprimidos ditados pelo mercado pobre ou oligopsônico, se sobrepõe a intermediação. Essa compressão ainda maior da renda dos pequenos agricultores é forte obstáculo à evolução sócio-econômica e técnica dos seus sistemas.

Em princípio, esse problema pode ser resolvido pela organização dos agricultores para a comercialização conjunta. Não é um caminho fácil, mas parece indispensável. Para muitos agricultores, a solução alternativa para esse conflito tem sido o êxodo rural.

Restrição de área agrícola útil

Para parte dos agricultores, não há possibilidade de sobrevivência econômica na agricultura devido à absoluta restrição de área. Esse obstáculo à evolução do sistema pode ser superado com a aquisição de mais terra, seja pela compra formal no mercado ou por programas de governo orientados para esse fim. É impossível estabelecer um mínimo absoluto de área. A proximidade de mercados abre oportunidades para se gerar renda agrícola em áreas muito restritas, cultivando-se produtos de alto valor unitário. Contudo, o mercado para tais produtos é restrito.

Ao se abordar determinada região, é necessário avaliar o nível de restrição de área de cada tipo de agricultores. No caso daqueles absolutamente pequenos, convém avaliar se há opções suficientemente rentáveis ao seu alcance, considerando sua real capacidade tecnológica e gerencial.

Uma saída pela tangente à restrição de área é a venda de trabalho fora da propriedade. Essa situação é precária, tendendo à venda da propriedade aos vizinhos mais bem sucedidos e à mudança para a cidade ou ao abandono de sua função como fonte de renda, como já comentado quanto ao novo rural.

Precariedade das condições urbanas como alternativa ao trabalho no campo

Se é melhor manter o homem na terra ou direcioná-lo ao meio urbano, é uma questão de natureza política. O importante é abrir-lhe melhores perspectivas. Contudo, análises conjuntas da situação brasileira têm apontado quase que invariavelmente para a pertinência de se reter a população ainda rural no campo.

Para os formuladores de políticas públicas, essa conclusão se alicerça em três constatações: (1) a situação nas metrópoles brasileiras é caótica; (2) é mais caro criar um posto de trabalho urbano do que um rural; e (3), um estrato importante de pequenos agricultores é o mais barato amortecedor de crises econômicas e sociais.

Estratégias de superação adotadas pelos agricultores e seu uso como balizadores de soluções potenciais

A reação dos agricultores aos conflitos internos e externos do sistema é muito variável, sendo influenciada por todos os fatores que atuam sobre sua tomada de decisão. A despeito dessa variabilidade, muitas vezes é possível depreender as principais tendências de reação.

Nem todos os fatores que influem sobre a tomada de decisão são facilmente compreendidos. Como mencionado anteriormente, alguns fatores podem ser de foro íntimo da família; outros fatores podem não ser explicitamente considerados nem pelos próprios agricultores.

Uma maneira de tentar compreender a situação é observar cuidadosamente o sistema trabalhado. A escolha e a extensão das culturas ou criações, o tipo e o montante de investimento, o cuidado dedicado à família, a compra ou venda de terra, sinalizam as principais limitações dos agricultores e suas estratégias para superá-las.

Essa radiografia do sistema se torna mais reveladora quando analisada ao longo do tempo. A perspectiva histórica explicita diretrizes nem sempre conscientes da estratégia de vida da família, da qual a propriedade é apenas um reflexo parcial. Duas ferramentas particularmente úteis para revelar esse filme são o histórico de vida da família e o histórico do sistema.

Conhecendo-se essa estratégia geral, pode-se compreender melhor as estratégias específicas para a superação dos problemas setoriais. Por exemplo, pode-se compreender por que um agricultor não cultiva milho, enquanto seu vizinho, em situação semelhante, se decide pela intensificação da produção do cereal.

Por exemplo, o levantamento do histórico de vida da família e do sistema pode revelar um perfil com aversão ao risco, através de fatos como: poucas mudanças repentinas na vida, ausência de grandes investimentos, intensa produção para consumo doméstico, etc. Nesse caso, uma proposição baseada em adubação verde com semente própria tende a ser mais bem assimilada do que a compra de esterco de aves.

A idéia de se aproveitar as estratégias do agricultor como balizadores para as soluções às limitações no sistema é análoga à filosofia do judô, que tenta usar a força do adversário como elemento do golpe. Proposições que se enquadrem na tendência dos agricultores estão a meio caminho de sucesso.

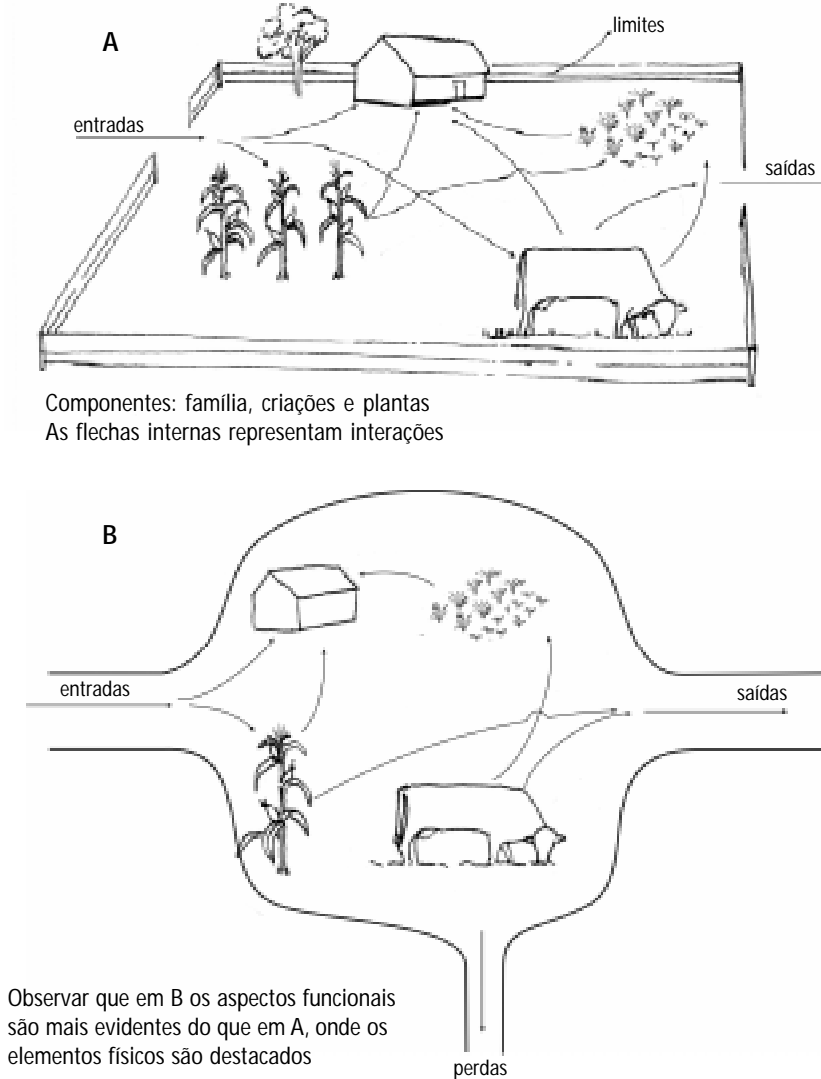
Contudo, há que se atentar para a dinâmica dessa tomada de decisões. As estratégias dos agricultores, embora coerentes com sua lógica e objetivos, não são imutáveis, nem inteiramente lógicas, nem necessariamente as mais adequadas. O agricultor decide com os elementos de que dispõe. À medida que mais informação entra em suas ponderações, a decisão pode ser diferente.

Por essa razão, a inserção de elementos externos na reflexão sobre o sistema pode abrir caminhos para sua evolução. Muitas das mudanças necessárias rumo a sustentabilidade dependem da capacidade do técnico de compreender o sistema e de colocar à apreciação dos agricultores elementos aproveitáveis dentro da lógica deles, em lugar de soluções prontas.

O modelo do sistema - propriedade

Para estudar uma propriedade agrícola real e em funcionamento, a abordagem sistêmica simplifica a realidade através de um modelo. A função desse modelo é representar os aspectos mais relevantes à evolução tecnológica e sócio-econômica da propriedade, evitando a princípio coletar detalhes sem utilização imediata. Os

Figura.II – 2

Representações gráficas de sistemas de produção

elementos constituintes e que individualizam o sistema são: os seus limites, os seus componentes (família, animais, vegetais), as interações entre esses componentes, e as entradas e saídas da propriedade (Figura II.2).

Com muita freqüência, quando se solicita a um agricultor ou a um agrônomo uma representação gráfica de um sistema em foco, o resultado é um desenho tipo croqui. Por croqui se entende a representação da forma como os diferentes espaços ou elementos físicos estão dispostos ao largo da superfície. Para a abordagem sistêmi-

ca, a representação gráfica do sistema visa à outra coisa. Sua finalidade última é retratar o funcionamento do sistema, de forma organizada e explícita, que permita a todos os envolvidos, especialmente ao agricultor, refletir sobre a situação atual e possíveis aprimoramentos.

Essencialmente, a representação gráfica deve mostrar quais são os componentes principais do sistema, as relações que eles mantêm entre si e as relações do sistema com o meio externo. Em termos de desenho, geralmente é mais simples que o croqui: por exemplo, toda uma área de pasto dividida em piquetes para uso rotativo pode ser representada por um único elemento gráfico. Por outro lado, a representação gráfica exige maior elaboração intelectual e alguma abstração, porque o funcionamento do sistema precisa ter sido bem entendido por quem desenha para poder ser representado.

Para que a representação gráfica do sistema permita boa discussão com o agricultor, ela deve ser clara, concisa e apropriada ao nível de escolaridade dos agricultores. Desenhos representando os componentes, as entradas e saídas são sempre mais agradáveis para quem os vê do que palavras. Representações com excesso de desenhos,

Figura II.3

Representação gráfica de alguns sistemas de propriedades

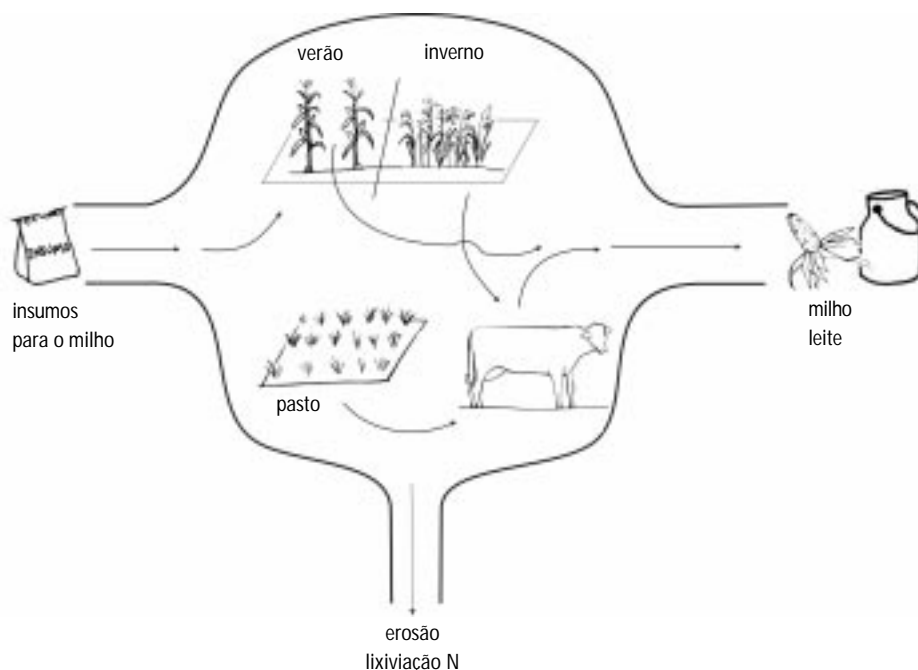
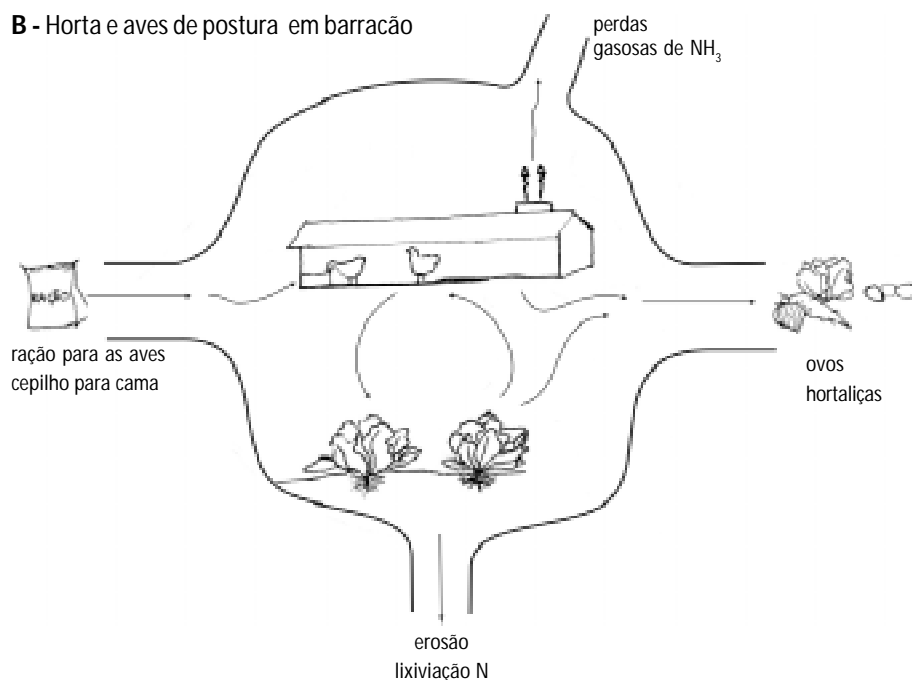
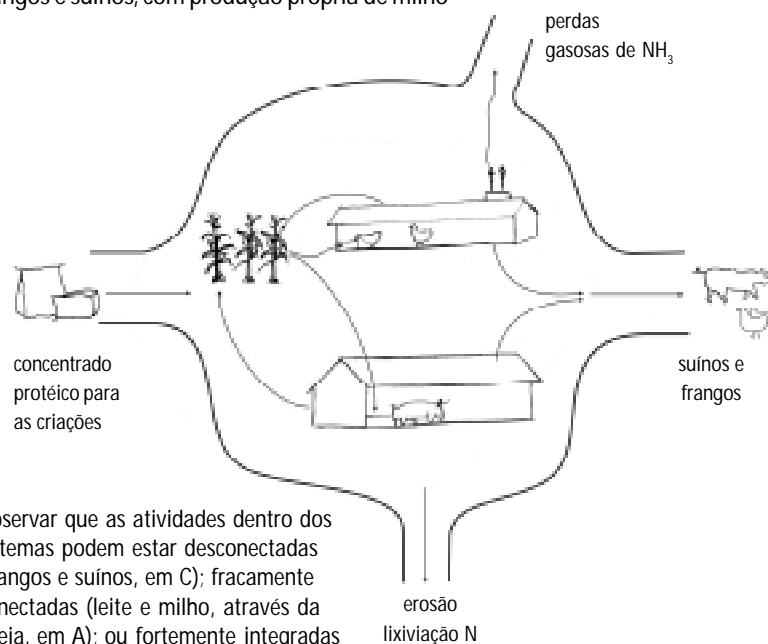
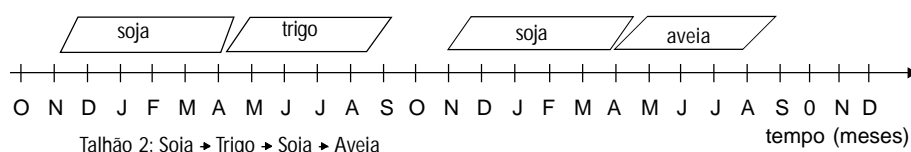
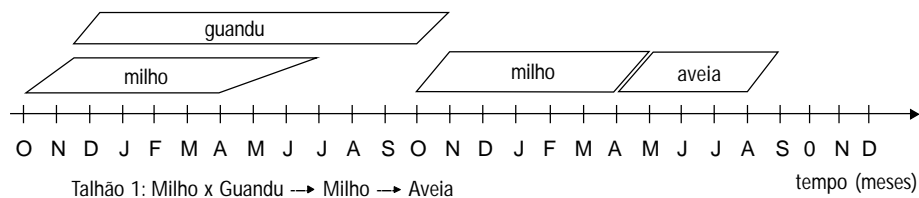
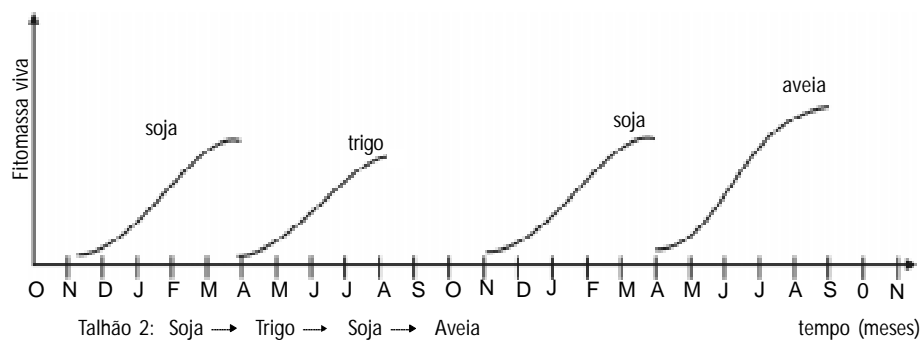
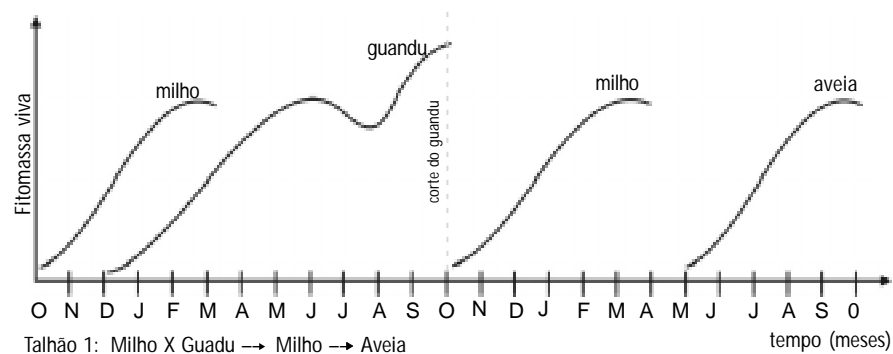
A - Produção de milho para venda como grão e leite a pasto.
A área de milho recebe aveia no inverno

B - Horta e aves de postura em barracão

C - Frangos e suínos, com produção própria de milho

Observar que as atividades dentro dos sistemas podem estar desconectadas (frangos e suínos, em C); fracamente conectadas (leite e milho, através da aveia, em A); ou fortemente integradas (hortaliças e ovos, em B). As flechas podem ser destacadas ou não, dependendo do aspecto que se queira focalizar.

Figura II.4

Representação gráfica de rotações/consorciações de culturas

A - Losangos

Observar que a janela sem culturas de setembro a novembro no talhão 2 é bem visível. A inclinação dos cortes busca refletir a flexibilidade existente: as datas de semeadura e colheita de milho são mais flexíveis que as da soja.

B - Curvas de crescimento

Observar que as curvas de crescimento permitem visualizar melhor a produção de biomassa. No entanto, os losangos permitem melhor visualizar a ocupação do terreno ao longo do tempo, bem como as janelas sem cultura.

palavras ou setas costumam ficar visualmente poluídas, cansando e prejudicando a elaboração. No outro extremo, representações claras, objetivas e bonitas facilmente ganham *status* e são penduradas nas paredes, estimulando uma constante retomada da reflexão sobre o sistema.

As perdas, por exemplo, de solo, de água, de nutrientes, de animais, de biomassa, etc., são muito comuns nos sistemas, apesar de normalmente não chamarem a atenção dos agricultores. Por corriqueiras, se banalizam e passam a ser um aspecto normal do sistema. Quando se pratica uma agricultura com elevado aporte de insumos externos, elas podem ser mesmo desprezadas. No entanto, quando se visa à construção de sistemas agrícolas ao máximo auto-sustentáveis e não poluentes, estancar as perdas é uma das primeiras tarefas. Por isso, é importante que as perdas estejam bem visíveis na representação do sistema.

Uma vez entendida a lógica macro do sistema de produção e discutidos os aprimoramentos pertinentes, pode-se fazer uma nova representação da configuração futura que se deseja alcançar. Nessas alturas, é usual haver necessidade de se representar alguns aspectos do funcionamento com mais detalhes. Por exemplo, a rotação de cultivos a ser praticada em cada campo pode ser expressa com na Figura II.4.

Alguns conceitos utilizados na abordagem sistêmica

Além dos conceitos já tratados, há na abordagem sistêmica uma terminologia própria para designar aspectos da produção agrícola que normalmente não são devidamente considerados na abordagem compartimentalizada. Contudo, em face do seu uso, sobretudo a projeto de desenvolvimento local, há também uma tendência de ajuste da terminologia às situações enfrentadas localmente. Assim, diferentes grupos de pesquisa, em diferentes regiões, não usam terminologia absolutamente equivalente.

Sistema agrário

Refere-se ao conjunto de estruturas físicas (*hardware*) e sócio-econômicas (*software*) do setor rural de determinada região. Por estruturas físicas entende-se o solo e sua ocupação, a forma como as propriedades são cortadas no relevo, as estradas, armazéns, máquinas, etc. As estruturas sócio-econômicas incluem a organização social e política, as formas de comercialização e ou vinculação ao mercado, etc.

O sistema agrário é uma unidade macro, que forma o entorno dentro do qual atua uma associação de produtores ou um produtor individual. Pode incluir vários municípios ou pode haver mais de um sistema agrário no mesmo município. Nos projetos de desenvolvimento, é comum que parte importante das potencialidades e problemas no nível das propriedades resulte da conformação do sistema agrário que as engloba.

O nível de decisão sobre os sistemas agrários normalmente é regional, estadual ou nacional, de modo que individualmente os agricultores têm poucas chances de alterá-lo. Quando alguma alteração é necessária, ela normalmente precisa ser precedida pela organização dos agricultores interessados.

Na literatura francófona, o termo equivalente é *systéme agraire*, mas não há termo semelhante na literatura anglófona.

Sistema de produção

Usualmente se refere à forma como a propriedade é fisicamente estruturada (*hardware*) e conduzida (*software*), dadas suas limitações e potencialidades, tanto as internas quanto as colocadas pelo meio circundante. Essa estruturação e condução se orientam para atender aos objetivos dos agricultores, sobre a base natural em que assentam, considerado seu entorno sócio-econômico e formação técnica. Embora influenciada por fatores internos, a tomada de decisão é centrada no agricultor/família agricultora, de modo que sistemas de produção muito diferenciados são encontrados num mesmo sistema agrário.

Para efeito de projetos de desenvolvimento regional, normalmente é possível classificar os sistemas de produção em grupos de estrutura e funcionamento semelhantes, chamados de “tipos” ou “sistemas de produção” (ver também Tipificação, pág XX). Trata-se de um uso ligeiramente diferente, mas compreensível.

Um mesmo sistema de produção pode englobar várias culturas ou explorações, conduzidas em diferentes rotações ou associações. Na literatura francófona, o termo semelhante é *système de production*; na anglófona, o termo *farm system* usualmente se refere apenas à base física da produção.

Sistema de culturas

Dentro de um sistema de produção, pode-se explorar parte da área com uma cultura ou criação e parte com outra. Por exemplo: café, milho/pasto de inverno e pastagens permanentes na propriedade constituem três sistemas de culturas operados num mesmo sistema de produção.

Assim, um sistema de cultura representa uma forma de combinação de culturas operada ao longo do tempo sobre um trato de terreno. Esse trato de terreno pode ser toda a propriedade (sistema café – milho/pasto – pasto permanente) ou um talhão (sistema milho/pasto).

Na literatura anglófona, quando a propriedade toda é focalizada, fala-se em *farming system*, enquanto quando apenas um talhão é focalizado, fala-se em *cropping system*. A abordagem francófona utiliza o termo *système de cultures*.

Cultura ou exploração

Refere-se a uma espécie conduzida com finalidade agrícola. O termo cultura, às vezes intercambiado com cultivo, mais vezes é aplicado para espécies vegetais, enquanto exploração normalmente abrange espécies animais e vegetais. Uma mesma cultura pode ocupar posições diferentes em um sistema de culturas, por exemplo, milho safrinha ou safra normal.

Itinerário técnico

Considerada uma cultura ou exploração, dentro de certa posição no sistema de culturas, sua condução pode se dar segundo formas muito variadas em termos de preparo do terreno, técnicas culturais, uso de insumos, etc. Com muita freqüência, o rendimento da exploração depende em forte medida de como se faz essa condução.

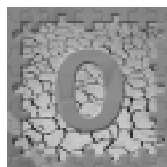
Para acompanhar esse processo, uma técnica utilizada na abordagem francófona é levantar o *itineraire technique*. Consiste em relacionar todas as operações realizadas sobre a cultura, com os respectivos insumos, instrumentos e tempo gasto. A planilha produzida permite caracterizar a condução da lavoura por distintos grupos de agricultores e visualizar a dificuldade relativa de cada operação, destacando os entraves existentes. Não há congênere na literatura anglófona.

No final da década de 1970 e sobretudo na de 1980, houve no Brasil um esforço para a implantação de determinados itinerários técnicos considerados ideais, e que foram chamados à época de “sistemas de produção”. Assim, publicaram-se “sistemas de produção” para várias culturas e criações, que posteriormente foram criticados por serem “pacotes tecnológicos”.

Agroecossistema

Freqüentemente utilizado para designar o ecossistema operado com fins agrícolas, em oposição aos ecossistemas naturais. Nesse sentido, o agroecossistema pode ser analisado em vários níveis, sendo mais usuais os níveis de propriedade e de talhão.

Às vezes, o termo é utilizado para se referir ao tipo de ecossistema criado por certa cultura, falando-se no agroecossistema milho, agroecossistema café, etc. No mais das vezes, o contexto evidencia o sentido utilizado.

CAPITULO III

A natureza como modelo

raciocínio humano trabalha com modelos. De alguma maneira, produzimos uma estrutura mental que torne o mundo inteligível e nos oriente as ações. Nesse sentido, uma pergunta interessante é qual o modelo que orienta a produção agrícola convencional, ou, analogamente, qual o modelo para a agricultura ecológica.

Uma rápida passada por algum compêndio de fisiologia vegetal nos revela que, para a agricultura convencional, que também pode ser dita industrial, sintomaticamente, o modelo é uma fábrica. A planta, o animal, a lavoura ou a propriedade são fábricas que convertem determinadas matérias-primas em certos produtos e, desse processo, resultam também subprodutos e resíduos. As ciências básicas envolvidas, também como na indústria, são a física e a química.

Embora raramente explicitado esse modelo mental se revela através de expressões como: a planta é uma máquina de fazer fotossíntese ou o frango é uma máquina que transforma milho e soja em carne ou ainda a vaca é uma máquina de converter celulose em leite. No momento, não se trata de avaliar se esse modelo é conveniente ou inconveniente, mas de constatar que ele existe e é utilizado, ainda que inconscientemente.

Para melhorar o rendimento de uma indústria, precisa-se melhorar as máquinas, as matérias-primas, a gerência. Assim, melhora-se a variedade, os adubos, a irrigação, etc. e se treina o agricultor no gerenciamento dessa fábrica. Contudo, há ruídos que comprometem a produção da fábrica: organismos inconvenientes (insetos, fungos, roedores, bactérias, etc.), condições climáticas inadequadas (ventos, calores excessivos, geadas, granizos) e um sem número de outros problemas. E há, naturalmente, os resíduos: imensas quantidades de esterco de suínos poluindo as águas, contaminação do ambiente com agrotóxicos, nitratos, etc.

O problema em se transformar a agricultura em uma indústria, do ponto de vista da produção e do ambiente, é que esses ruídos vão tomando tamanho vulto que levam ao colapso da fábrica e/ou do ambiente em que ela opera.

A comparação desse modelo com o funcionamento da natureza revela a razão do colapso. Na natureza, nenhum organismo vive isolado, solto no ar, como uma fábrica independente do mundo. Não existe lixo, nem insumos, nem subprodutos. Os processos de manutenção da vida de cada organismo, individualmente, e da natureza como um todo são interconectados e ajustados uns aos outros, e os fluxos, embora às vezes sinuosos, por assim dizer, são sempre suaves e não apresentam arestas.

Cada aspecto interno de um organismo tem algum tipo de ligação com o meio físico e biológico com os quais coevoluiu. Por exemplo, a fixação de nitrogênio nas leguminosas está ligada à ocupação de nichos pobres nesse nutriente, e onde, por conseguinte, a competição por luz é pouco importante. Se o solo for ácido, então essa planta tenderá a desenvolver também mecanismos de melhor absorver fósforo, seja, por exemplo, através de exsudatos de raiz que elevam o pH na rizosfera, ou de associações com micorrizas ou de outras formas que não conhecemos. Plantas de regiões secas desenvolveram mecanismos de conviver com a seca, mas sofrem fortemente com umidade relativa do ar elevada, não prevista na sua evolução.

Em cada um desses casos podemos ir ao estudo dos componentes gênicos que determinam a rota bioquímica, através da qual certo produto é sintetizado na planta. Contudo, nesse nível de detalhes facilmente perdemos pé e confundimos causas e efeitos. Por exemplo, pensamos que o guandu pode aproveitar fosfatos não disponíveis para outras plantas porque produz determinados exsudatos na raiz, quando na verdade ele produz tais exsudatos porque evoluiu em ambientes nos quais tal característica se mostrou vantajosa. Do ponto de vista da história evolutiva, há sempre uma causa adaptativa para qualquer característica fisiológica.

Insumos, produtos, subprodutos e lixo são termos sem sentido na natureza como um todo, cujo funcionamento é o contínuo reciclar-se. Os nutrientes minerais, normalmente, são considerados o princípio da produção biológica dos vegetais, mas igualmente poderiam ser considerados o ponto final do ciclo das plantas. Assim, os termos insumo ou matéria-prima não têm sentido na natureza, uma vez que todos os pontos da eterna ciclagem da vida podem tanto ser o fim como o começo. O insumo de determinado processo é o produto de outro processo, de modo que apenas quando consideramos um único processo essa terminologia faz sentido. Analogamente, lixo não existe, pois todo material produzido por qualquer processo natural entra por sua vez em outros processos.

Para utilizar o mesmo modelo da indústria, a natureza poderia ser entendida como um gigantesco e complexo parque industrial perfeitamente integrado, com milhões de fábricas atuando todos os dias e todas as noites e de tal forma que nenhum resíduo deixa de ser aproveitado e nenhuma poluição é gerada. Esse complexo industrial inclui desde fábricas microscópicas até indústrias gigantescas, que se asso-

ciam e/ou competem entre si, numa economia tão perfeita que o somatório dos esforços de todos resulta na sobrevivência equilibrada do conjunto.

Tal complexo foi se moldando ao longo de milhões de anos, e se ajustando às diferentes condições de solo e de clima ao largo da superfície do planeta, de tal forma que as *indústrias presentes em cada bioma e sua forma de organização são hoje distintas, embora com a mesma lógica de funcionamento*. Se o funcionamento desse complexo é perfeito, a idéia imediata é tentar copiá-lo nos sistemas agrícolas, que são apenas frações da natureza manejadas pelo homem. De forma metafórica, a idéia é que o agricultor aprenda a sinfonia da natureza onde vive, para com sua batuta reproduzi-la na sua propriedade. Noutras palavras, reproduzir na sua propriedade o método de produção que a natureza opera. Essa é exatamente a tradução do termo japonês *shizen-noho*, utilizado por Fukuoka para descrever a agricultura ecológica.

Certamente, praticar uma agricultura com essa característica de complexo industrial perfeitamente integrado exige um aprendizado diferente daquele de uma agricultura linear do método convencional. O objetivo desse capítulo é desenvolver esse aprendizado. *Para tanto, mais do que compilar informações fragmentadas de infinitos aspectos da natureza, faz-se necessária uma visão una e macro do seu funcionamento, que incorpore seus principais elementos atuantes na produção agrícola*.

Nessa perspectiva, utilizam-se vários conceitos da ecologia, que passa a ser a disciplina fundamental da agricultura, complementada, mas nunca substituída pela física e pela química. No entanto, é necessário ter sempre em mente que a reprodução intencional desse complexo industrial é impossível, porque o universo do conhecimento sempre é infinitamente inferior ao universo do não-conhecido que a natureza comporta. Assim, compreender o funcionamento macro e ter uma visão una da natureza não significa substituí-la. Pelo contrário, isso implica aproveitar ao máximo os processos que a natureza conduz por si mesma, com interferência mínima, apenas para direcionar esses processos no sentido do interesse agrícola. Essa idéia é detalhadamente explorada na escola da agricultura natural e engenhosamente utilizada na permacultura.

Alguns conceitos básicos sobre o mundo vivo

Para a construção mental de um modelo da estrutura e do funcionamento da natureza para a produção agrícola, utilizam-se conceitos relativamente bem conhecidos, mas encadeados de maneira diferente do usual. O objetivo último desse exercício é trazer à tona a maneira como mecanismos e fenômenos macro se expressam no nível micro do campo do agricultor ou da planta, isoladamente. Noutras palavras, é a tentativa de ver a planta num contexto, não como fábrica isolada e solta no ar.

Outro objetivo visado é evidenciar a função do tempo como uma dimensão do processo de produção agrícola. Normalmente, a agricultura convencional trabalha num universo de três dimensões (a linha, o plano e o volume ou espaço). Observa-se

o crescimento da planta sobre o solo, seu desenvolvimento no espaço de lançamento de novas folhas e por fim a produção. Contudo, não se considera que a natureza seja, por assim dizer, um filme que se desenrola ao longo do tempo, e que a seqüência de acontecimentos se encadeia de maneira lógica. Por exemplo, a incidência de certa praga ou doença e a importância dos seus danos dependem de como o filme se desenvolve. Se não conhecemos o capítulo anterior (forma de preparo do solo, adubação, pesticidas, seqüência de condições atmosféricas, etc.), não conseguimos entender o capítulo presente nem imaginar o capítulo seguinte. A agricultura ecológica incorpora o tempo, a quarta dimensão, ao longo do qual as condições ideais ao funcionamento da natureza vão se aprimorando ou deteriorando, segundo o manejo dado.

A Biosfera

A observação do fenômeno da vida no planeta conduz a algumas constatações impressionantes. Uma delas é a pequena espessura da camada em que esses fenômenos ocorrem. Comparativamente ao diâmetro do planeta, de cerca de 12.700km, os seres vivos nascem, crescem, se reproduzem e morrem dentro de uma capa esférica extremamente delgada, que adentra poucos metros na crosta e apenas algumas centenas de metros na atmosfera. Na ecologia, essa camada é chamada de "biosfera".

Em que pese essa camada ser tão delgada, a grande maioria dos seres vive numa fração ainda mais delgada. As raízes das plantas se concentram na camada superior do solo, e a grande maioria dos seres vivos não vai além de algumas dezenas de metros no ar. É uma insignificância numérica aterradora. A razão disso é que o funcionamento do mundo vivo exige o encontro de cinco fatores essenciais: água, ar, nutrientes minerais, temperatura favorável e luz solar. Em cada ponto da biosfera, a maior ou menor exuberância da natureza depende de como esses fatores se combinam entre si, e de como essa combinação varia ao longo do ciclo de estações.

A biosfera compreende componentes bióticos (todos os seres vivos e suas interações) e abióticos (todos os elementos desprovidos de vida). Dentro do meio biótico, identificam-se os organismos que podem produzir seus próprios alimentos (as plantas verdes, a partir da luz solar), ditos autotróficos, e os que dependem de outros para se alimentar (animais e plantas não clorofiladas), ditos heterotróficos.

Outra terminologia usual, com base na produção de biomassa, divide os organismos em produtores (plantas verdes) e consumidores (todos os outros). A lagarta da couve, por se alimentar diretamente de um produtor (a couve) é um consumidor primário. O pássaro que come essa lagarta é um consumidor secundário e assim por diante.

No final da cadeia de consumidores estão os microrganismos que decomporão o penúltimo consumidor, retornando-os aos elementos minerais que haviam sido absorvidos pela planta. Esses microrganismos são ditos decompositores. Nesse processo, a energia fixada pelo vegetal verde vai sendo progressivamente liberada.

Assim concebida, a biosfera é um sistema que deriva sua energia vital da capacidade das plantas de fixar energia solar pela fotossíntese. Essa energia vai sendo liberada ao longo da cadeia de consumidores, voltando inteiramente ao cosmos. O resultado final dessa liberação são a água, o gás carbônico e os elementos minerais, que retornam ao sistema reabsorvidos pelas plantas.

Nessa concepção simplificada, delineiam-se os pontos determinantes da produção biológica de um sistema: a quantidade de energia luminosa, a temperatura, a água, o ar e o tipo e as quantidades de nutrientes minerais. Onde um desses fatores falta, a produção é prejudicada, dependendo o prejuízo do fator em questão e do nível de restrição. Note-se que os determinantes da produtividade do sistema são os fatores que influem nos organismos produtores, independentemente dos consumidores.

Luz

A luz solar é a fonte primordial da energia que aciona todos os processos da natureza. Mesmo espécies que sobrevivem em sua ausência dependem indiretamente dela para a produção do seu alimento. Como apenas as plantas verdes têm a capacidade de aproveitar diretamente a luz como fonte de energia, elas acabam sendo a porta de entrada de toda a energia do sistema. Luz, autotrofismo e plantas são os elementos indissolúveis na base de todo o mundo vivo.

Em condições de atmosfera encoberta, a disponibilidade de luz pode ser limitante à produção do ecossistema, como ocorre em vastas áreas de floresta equatorial e no inverno das regiões de latitude elevada, a caminho dos pólos.

Temperatura

A vida, tal qual a conhecemos, é um fenômeno restrito a uma estreita faixa de temperatura. O metabolismo da grande maioria dos organismos ocorre entre o ponto de congelamento da água e cerca de 40ºC. Alguns organismos sobrevivem a temperaturas de 65ºC a 70ºC, mas não muito além disso.

O limite inferior de temperatura é ditado pela natureza química da água, que constitui o meio universal de transporte nos seres vivos. Quando a água congela, cessa o transporte, cessando os fenômenos vitais. Assim, 0ºC ou pouco abaixo é a marca inferior da atividade viva. Muitos organismos suportam temperaturas mais baixas, mas apenas como formas de resistência, dormentes, à espera do retorno de temperaturas adequadas para a retomada da atividade viva. Há também organismos que se mantêm ativos em temperatura ambiente abaixo desse limite, mas sua temperatura interna é mantida mais elevada. Não obstante, tomando-se o ecossistema como um todo e considerando que as plantas são a porta de entrada de energia, a temperatura de congelamento da água ou pouco abaixo é efetivamente o limite inferior para o florescimento da vida.

O limite superior de temperatura é dado pela natureza química das proteínas. Quando a temperatura sobe além de certo limite, as proteínas são desnaturadas, entrando em colapso o aparelho estrutural e funcional das células[1].

Água

Meio universal de transporte no mundo vivo, a água é indispensável ao desenvolvimento vegetal, animal e de microrganismos. Há formas de resistência ou dormência que suportam condições de extrema escassez de água, mas a vida ativa exige água em abundância. A água é ainda matéria-prima para a fotossíntese, embora a quantidade gasta para esse fim seja desprezível em face daquela necessária para o transporte de materiais nas plantas. Para cada quilo de matéria seca produzida, as plantas transpiram de 200 a 1.000 quilos de água.

Em regiões secas, toda a manifestação da vida acaba sendo moldada para contornar a deficiência de água, mas com grande prejuízo em termos da produção biológica total do ecossistema.

Ar

Predominantemente, o ar seco é uma mistura de nitrogênio e oxigênio, em média respectivamente 78-80% e 18-20%, sendo o restante constituído por outros gases. Dentre esses outros gases, encontra-se o gás carbônico (0,03% do ar).

A fotossíntese, reação basilar do mundo vivo, consiste na produção de carboidratos a partir de gás carbônico e de água, em presença de luz. Como toda a estrutura e funcionamento do mundo vivo deriva direta ou indiretamente dos produtos da fotossíntese, sem gás carbônico não haveria vida.

Por sua vez, o oxigênio, que é o mais reativo dos gases do ar, é indispensável para a utilização eficiente da energia fixada pela planta em biomassa, através da respiração. Pela respiração, o oxigênio reverte a biomassa a água e gás carbônico, de modo que oxigênio e gás carbônico são verso e reverso do ciclo fotossíntese-respiração.

O nitrogênio do ar, embora praticamente inerte na forma gasosa, é um dos mais ativos elementos no mundo vivo, entrando na composição de todas as proteínas.

Nutrientes minerais

Uma grande quantidade de elementos químicos está presente na dinâmica do mundo vivo, sendo alguns indispensáveis, outros não. Dentre esses elementos

1 Na concepção atual de funcionamento da vida, o protoplasma celular é uma massa em movimentação, como uma massa de bolo nas mãos do confeiteiro. Esse confeiteiro é a própria célula. Dentro da massa, os compostos estão em movimento desordenado, chocando-se uns com os outros. Através desses choques, devido ao acaso, formam-se os compostos mais complexos de que o organismo necessita.

químicos, os indispensáveis são chamados de nutrientes minerais. Sua essencialidade se deve a entrar na composição de compostos estruturais ou funcionais dos organismos, especialmente de enzimas. Na completa ausência dos nutrientes minerais, a vida não se desenvolve.

Contudo, a natureza apresenta uma notável capacidade de adaptação a diferentes níveis de disponibilidade de nutrientes minerais. A observação da biosfera ensina que, dentro de limites relativamente amplos, havendo água, luz, temperatura adequada e ar, alguma planta se desenvolverá. Há espécies tolerantes à salinidade, à alcalinidade, à acidez, ao alumínio tóxico, a fósforo baixo e a outras condições desfavoráveis.

A cobertura vegetal sobre a Terra

Tomando-se a totalidade da delgada capa que constitui a biosfera, vestindo o planeta, pode-se observar um padrão de evolução da atividade biológica à medida que se caminha do pólo Norte para o Equador.

No pólo, há uma severa limitação de temperatura, restringindo-se a vegetação aos líquens que se desenvolvem no longo dia polar, e que no seu conjunto constituem um bioma chamado de tundra. Um pouco mais ao sul, vão surgindo coníferas arbustivas e mais tarde arbóreas, cujo conjunto é chamado de taiga. Mais ainda ao sul, a taiga vai sendo substituída pelas florestas temperadas caducifólicas, que por sua vez vão sendo substituídas pelas florestas subtropicais, tropicais e finalmente equatoriais.

Essa tende a ser a seqüência normal, desde que água e nutrientes minerais estejam bem supridos. Quando há limitação de água ou nutrientes minerais, então os biomas típicos de cada latitude não chegam, por assim dizer, à plenitude, formando-se algum bioma de estresse, como os desertos, as estepes, as savanas, etc.

Da tundra para as florestas tropicais e equatoriais, há uma combinação progressivamente mais favorável à vida, observando-se uma produtividade biológica e biodiversidade crescentes. Mais do que em quaisquer outros biomas, é nessas florestas que a vida explode em sua plenitude.

Focalizando o solo, constata-se um intemperismo mais ativo do pólo ao equador, o manto de regolito atingindo as maiores profundidades nos climas quentes e úmidos. Na tundra, os líquens crescem praticamente sobre as rochas, que vão sendo encobertas pelo regolito à medida que se desce para o sul. As raízes das plantas vão então se aprofundando, desenvolvendo o solo como seu substrato de crescimento por excelência.

Contudo, nas florestas equatoriais, a dinâmica da vegetação assume tal vigor que, em larga medida, a vegetação se liberta do solo, e seu dinamismo se nutre a si mesmo. Fruto de intemperismo mais intenso, o manto de regolito, mais profundo,

mas também mais lixiviado, vai perdendo sua capacidade de reter nutrientes minerais, se acidifica e se fragiliza frente à erosividade das chuvas e aos danos do sol, de que a vegetação o protege. Assim, os ecossistemas das florestas tropicais, filhos da combinação ideal de luz, água, temperatura e ar, buscam formas de se resolver quanto aos nutrientes, evitando perdas e reciclando-os o mais eficientemente possível.

Uma surpreendente analogia com esse padrão planetário é verificada no processo de desenvolvimento da vegetação dentro da região tropical (Figura III.1). Partindo-se de uma rocha nua, a primeira vegetação será de líquens, como no pólo, vindo a seguir uma vegetação de pequeno porte, depois de porte mais elevado e assim por diante até se chegar à floresta tropical. Esse é um caminho ascendente em termos de atividade biológica, tanto medida em produção de biomassa como de biodiversidade. Embora envolvendo espécies botânicas diferentes, tanto a sucessão ao largo do planeta ou como aquela ao longo do tempo no trópico produzem o mesmo padrão que vai dos líquens à floresta tropical, da rocha nua ao espesso manto de regolito.

Quando terrenos originalmente cobertos por floresta tropical são desmatados e expostos ao sol e à chuva pelos cultivos, a delgada camada de solo da superfície usualmente se perde em pouco tempo, restando apenas o subsolo bruto. Se deixado em pousio, esse terreno também tenderá a reproduzir o padrão de sucessão da rocha nua à floresta, embora iniciando numa etapa um pouco mais evoluída e com espécies próprias da sua região e condição.

De modo análogo, em qualquer parte do planeta, a vegetação perturbada tenderá a buscar caminhos de retorno ao ponto máximo de produção de vida que a combinação da luz, temperatura, água e nutrientes permite naquela paragem.

Amido, celulose e lignina e a evolução da cobertura vegetal

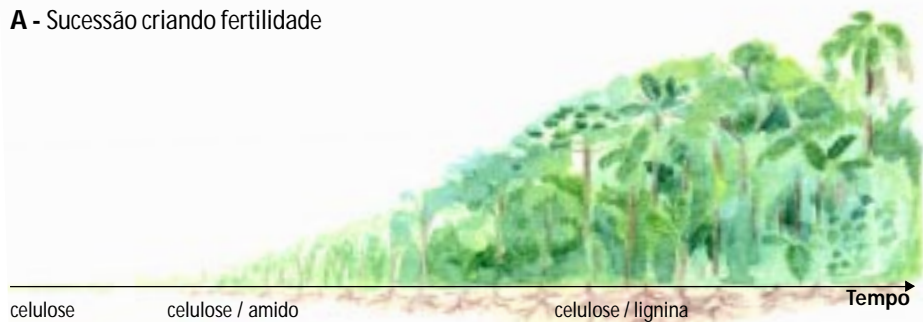
Ao se caminhar da rocha bruta coberta por líquens à floresta tropical madura, passa-se por um longo caminho de evolução vegetal, indo de formas de vida mais simples a formas progressivamente mais complexas.

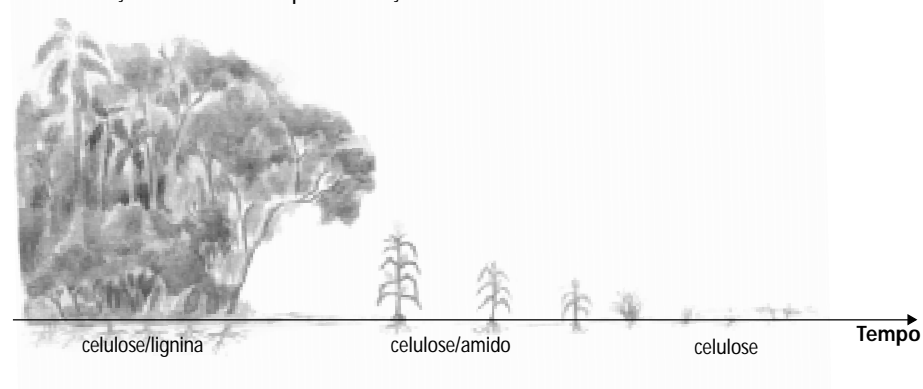
Os líquens são associações de fungos com algas, cujas estruturas apresentam, sobretudo, moléculas relativamente simples, em comparação com vegetais mais evoluídos. Aderidos sobre as rochas, resistem ao vento e às chuvas mais pela força da adesão do que pela resistência estrutural dos seus tecidos, mas não podem multiplicar sua área de captação de luz para fotossíntese.

Uma vez formada alguma terra, estabelecem-se os primeiros vegetais com capacidade de expansão de folhas. A expansão de limbo foliar representa uma grande vantagem, uma vez que multiplica a área de captação de luz e assim o potencial de crescimento da planta. Contudo, para resistir ao vento, à chuva e a outros agentes físicos, o limbo expandido precisa de resistência mecânica, aliada a flexibilidade. Esse problema foi evolutivamente resolvido pelas plantas através da produção de uma substância com tais características físicas, a celulose. Pela polimerização das

Figura III.1

A sucessão da rocha nua à floresta

A - Sucessão criando fertilidade

O desenvolvimento da cobertura vegetal da rocha nua à floresta tropical observa uma seqüência de fases. Inicialmente se desenvolvem líquens, cuja atividade cria condições para plantas mais evoluídas. Surgem as primeiras plantas com folhas de limbo expandido, mais eficientes na captação de luz. O próximo passo é o desenvolvimento de caules, na tentativa de jogar as copadas das plantas em posição mais favorável de luz, culminando na floresta tropical. Ao longo desse processo, a vegetação cria fertilidade e biodiversidade, capazes de se manter sustentavelmente, através de intrincados mecanismos alimentados pela biomassa produzida. O mesmo padrão de desenvolvimento pode ser observado ao se caminhar do Pólo Norte ao Equador (tundra, taiga, florestas temperadas caducifólicas, florestas tropicais e florestas equatoriais).

B - Destruição da fertilidade pela remoção da floresta

A agricultura sedentária no trópico úmido percorre o caminho inverso ao da criação de fertilidade e biodiversidade. Ao derrubar a mata e plantar lavouras, a quantidade de biomassa para alimentar os mecanismos de manutenção do sistema cai de 30 a 50 t/ha/ano (matéria seca) para 2 a 5 t/ha/ano. Com isso, esses mecanismos deixam de funcionar, havendo uma rápida degradação da fertilidade e da biodiversidade no sistema. Se abandonada, a área tenderá a retornar à cobertura florestal e a recuperar sua fertilidade, mas o tempo necessário será tanto maior quanto mais degradado o sistema.

moléculas de glicose, produzidas pela fotossíntese, as plantas puderam responder a esse desafio e dar um salto em termos de produção de biomassa, gerando uma primeira fase de vegetação herbácea.

No caso de uma praia de rio ou de um ambiente que foi perturbado, onde a intemperização já tenha produzido um manto de partículas finas, ou ainda numa área florestal extremamente degradada, a fase de líquen é pulada, e se entra diretamente nessa primeira fase de vegetação herbácea. Do ponto de vista bioquímico, essa fase poderia ser caracterizada como a fase da celulose.

Esse início herbáceo cria condições progressivamente melhores em termos de solo, armazenamento de água, biodiversidade, nutrientes minerais, propiciando o aparecimento de formas herbáceas com maior capacidade de produção e mais exigentes em fertilidade. A competição por luz, praticamente inexistente nas fases anteriores, vai se tornando mais acirrada.

Para responder a esse acirramento, a vegetação precisa enfrentar novos desafios. Nas fases anteriores, os propágulos da vegetação, caindo sobre uma área limpa, iniciavam seu desenvolvimento a partir de reservas mínimas, desde que houvesse água. Tais propágulos constituíam essencialmente uma cápsula de informação genética e um mínimo de reservas. Na vegetação herbácea já mais evoluída, torna-se necessário dotar as sementes ou outros propágulos de uma considerável reserva de energia, que capacite a plântula a se estabelecer com mais rapidez e vigor, de modo a sobressair na competição por luz. Assim, os propágulos se tornam estruturas de reserva, mais do que formas de resistência.

Dentre as substâncias de reserva, a mais generalizada nas plantas é o amido, também polímero da glicose, mas de fácil reconversão a açúcares mais simples, ao contrário da celulose, cuja reversão é praticamente impossível para as plantas e animais. Do ponto de vista bioquímico, essa fase herbácea poderia ser caracterizada como a fase da celulose e do amido.

Seguindo na evolução da vegetação, essa fase herbácea mais vigorosa vai criando condições ainda mais favoráveis ao desenvolvimento vegetal, sendo sucedida por formações cada vez mais altas. A busca de luz através do crescimento em altura vai criando a necessidade de estruturas mais rígidas para suportar a parte aérea. Tais estruturas precisariam ainda ter características de resistência ao ataque de outros organismos, já muito numerosos nesse ambiente mais rico em biodiversidade. Assim, surgem as primeiras hastes mais duras, caules com consistência de madeira. A solução bioquímica para conferir dureza às estruturas de celulose foi impregná-la com lignina, uma substância de grande resistência ao ataque de organismos e também mecânica.

Ao contrário da celulose e do amido, que são substâncias relativamente baratas na bioquímica dos vegetais, a lignina é uma substância com anel carbônico de ressonância, dito aromático, cuja produção exige considerável esforço fotossintético.

Por isso, a impregnação de lignina nas hastes tende a ser feita com parcimônia. À medida que a vegetação se encaminha da fase herbácea para a arbórea, tende a ir aumentando a impregnação de lignina.

Nas florestas tropicais e equatoriais, onde a pressão de organismos atinge seu pico, muitas espécies arbóreas desenvolveram outras impregnações para conferir ainda mais resistência à sua madeira. Sendo a lignina bioquimicamente cara, isto é, exigindo ela considerável esforço fotossintético, espécies de madeira mais dura normalmente crescem mais devagar, mas vivem mais tempo, que as de madeira mole. O clímax florestal poderia ser caracterizado como a fase da celulose e da lignina; o amido, embora continue sendo produzido, dilui-se quantitativamente na biomassa da floresta.

Essa delimitação de fases bioquímicas é arbitrária, posto que desde os primeiros estágios herbáceos até o clímax florestal estão presentes a celulose, o amido e a lignina, ainda que em proporções variáveis. No entanto, essa caracterização é útil por refletir os processos em nível macro, especialmente para se compreender a formação da fração húmica no solo.

A decomposição do amido, da celulose e da lignina e a formação de húmus

Amido, celulose e lignina são substâncias quimicamente muito diferentes, embora compartilhem sua origem vegetal. Essas diferenças estão ligadas às suas diferentes funções nas plantas. No entanto, como quaisquer outras substâncias produzidas no mundo vivo, elas são finalmente decompostas por organismos, resultando basicamente em gás carbônico e água.

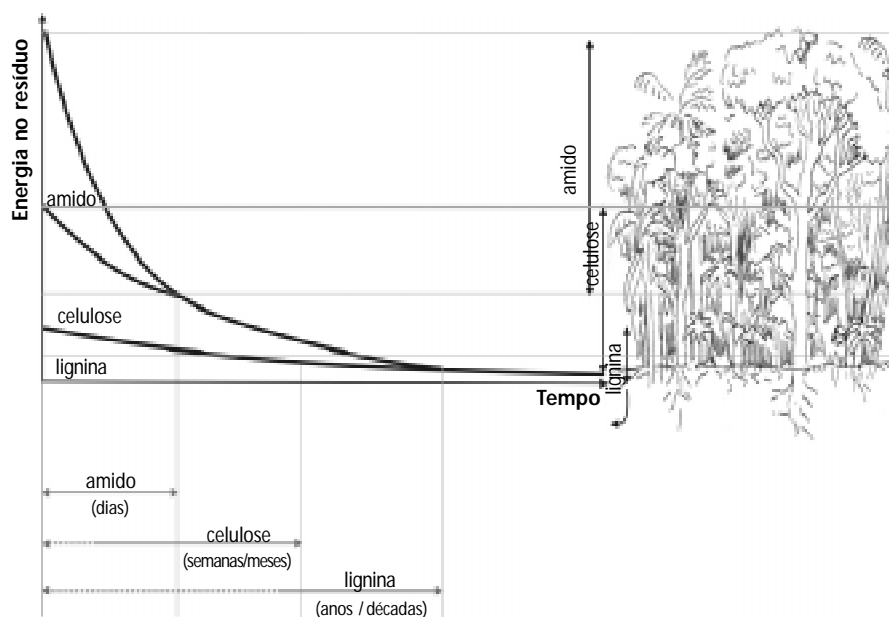
Contudo, as diferenças químicas entre elas se refletem em padrões substancialmente distintos de ataque por microrganismos e organismos superiores. O amido, por sua estrutura mais simples, é rapidamente atacado por microrganismos e avidamente procurado por animais de toda sorte, que dele se alimentam, desde insetos até o homem. Por isso, o amido produzido na parte aérea das plantas é predominantemente decomposto antes de chegar ao solo. Se chegar à superfície do solo, por exemplo, como um fruto caído, rapidamente será consumido pelos animais que circulam nesse estrato ou por microrganismos. Quantitativamente, materiais amiláceos não chegam ao corpo do solo. Havendo umidade, são fragmentados e quase totalmente decompostos por microrganismos em poucos dias.

A celulose é um material estrutural de ataque mais difícil, de modo que é menos vorazmente atacada por organismos e sua decomposição é mais lenta que a do amido. Há uma grande quantidade de microrganismos e insetos que se alimentam de celulose, mas nenhum mamífero possui enzimas capazes de digeri-la. Os microrganismos que a atacam, ditos celulolíticos, estão dispersos na natureza, mas são especialmente abundantes na camada de serrapilheira das matas, onde se beneficiam da grande quantidade de folhas senescidas que vem ao

chão. Em condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos, em termos de temperatura e de umidade, o período para a decomposição total da celulose se conta em semanas.

A lignina é quimicamente muito resistente, como várias outras substâncias com anel carbônico aromático, de modo que sua decomposição é muito lenta e é operada por organismos especializados. O tempo de decomposição se conta de alguns meses a vários anos. Nas florestas, a abundância de madeira alimenta uma grande fauna xilófaga, especialmente constituída pelos cupins. No entanto, mesmo os xilófagos atacam primeiro as frações menos lignificadas da madeira.

O resultado é uma ordem de decomposição na natureza (Figura III.2). Primeiro são decompostos os materiais amiláceos, depois os celulósicos e bem mais tarde aqueles com lignina. Essa ordem de decomposição pode ser vista em uma multitude de situações cotidianas. Numa caixa de madeira abandonada ao relento com papel e pedaços de mandioca, em poucos dias apodrecerá a mandioca, em algumas semanas se decomporá o papel e em meses ou anos a caixa desaparecerá. Caminhando num

Figura III.2

Observar que a decomposição (consumo) do amido é rápida e ocorre predominantemente na atmosfera. Os materiais amiláceos já são atacados pela fauna, ainda na planta, antes de chegar ao solo. No outro extremo, a lignina vai sendo concentrada no material ao longo do período de decomposição, acabando por ser decomposta sobretudo no corpo do solo. A celulose é decomposta sobretudo na serrapilheira.

parque, encontraremos frutos ainda nas árvores sendo comidos por pássaros ou atacados por podridões; remexendo as folhas caídas encontraremos folhas ainda inteiras e outras já com seu esqueleto reticulado cuidadosamente limpo. O limbo foliar da folha senescida, constituído basicamente de celulose, é atacado pelas bactérias celulolíticas, ficando as nervuras lignificadas intactas, à espera da fase seguinte da decomposição.

A decomposição do amido, da celulose e da lignina, dentro das características delineadas, pode ocorrer em qualquer estrato da vegetação. Contudo, considerada quantitativamente, a decomposição dessas substâncias obedece a uma ordem vertical. Numa vegetação florestal, que era o tipo predominante no Brasil, os materiais amiláceos são consumidos preponderantemente nos estratos superiores, sendo os resquícios que caem na serrapilheira também rapidamente utilizados. A decomposição da celulose das folhas senescidas ocorre sobretudo na serrapilheira. Embora a madeira das árvores desvitalizadas ou mortas possa ser atacada quando ainda em pé, o ataque é mais rápido quando o material chega à serrapilheira. Tanto ali como nas árvores ainda em pé, os organismos xilófagos digerem preponderantemente a celulose, sendo a lignina eliminada nas suas excreções.

O resultado líquido dessa ordem de decomposição é que o material que chega a ser incorporado ao corpo do solo pelos organismos contém proporcionalmente muito mais lignina do que celulose e muito pouco ou nenhum amido. Além disso, a fauna associada à decomposição funciona como um grande triturador, de modo que o material que chega ao corpo do solo, em regra, já se encontra finamente dividido. São esses resíduos triturados e enriquecidos em lignina, juntamente com as raízes das plantas, que finalmente darão origem ao húmus do solo, de modo que lignina e húmus estão fortemente relacionados na natureza.

Nas formações vegetais herbáceas, essa mesma ordem na decomposição é observada. Tomando-se uma gramínea para efeito de raciocínio, as sementes são produzidas normalmente na parte superior da planta e já ali são procuradas pelos organismos que delas se alimentam. As estruturas mais ricas em celulose, como folhas e hastes senescidas, vão ao solo, ou, ainda verdes, são consumidas por herbívoros, sendo a seguir excretadas nas fezes desses animais. A fração de madeira é pouco importante nas formações herbáceas, sendo aí substituída pelo raizame abundante, que, por sua própria natureza, é rico em lignina.

Do ponto de vista do funcionamento da natureza, o húmus pode então ser entendido como a fração da biomassa mais resistente à decomposição, mas que também será finalmente reconvertido a CO_2, água e nutrientes minerais. Como essa reconversão é operada por microrganismos, nada mais natural que seja regida pelos mesmos fatores que determinam a existência da vida e lhe definem o vigor: água, ar, temperatura e nutrientes minerais. A luz, fonte de energia geral da natureza, já se encontra aqui representada pelo próprio húmus. Se a temperatura é baixa, como ocorre nas zonas frias do planeta, há dificuldade para decompor o húmus, e seu teor de equilíbrio é mais elevado. O inverso valendo para as regiões mais quentes. Se o arejamento

é excessivo, como ocorre quando se pratica o revolvimento completo e constante do solo, o teor de húmus decai.

Os ciclos da natureza

A repetição ritmada dos fenômenos no tempo é regra no mundo biótico e, em parte, no abiótico. Os seres de todas as espécies nascem, crescem, assumem as formas e comportamentos que lhes são próprios, se reproduzem, envelhecem e morrem. Anualmente se sucedem as estações e diariamente se sucedem os dias e as noites.

A essa reprodução ritmada dos fenômenos no tempo usualmente se chama ciclo. Esses ciclos estão incorporados a toda a estrutura e funcionamento da biosfera, de modo que sua compreensão é um ponto-chave para o aproveitamento dos recursos naturais, tanto por coleta quanto por cultivo.

O ciclo das estações resulta do movimento da Terra ao redor do sol, chamado de translação, e o ciclo dia-noite advém da rotação do planeta ao redor do seu próprio eixo. Durante sua evolução, os organismos tiveram de ajustar seus ciclos de vida às variações das condições do meio físico resultantes da translação e da rotação, condições essas que variam ritmicamente: as épocas quentes e as frias, os dias e as noites, o comprimento dos dias, o ritmo das chuvas.

Ao largo do planeta, esses ritmos sofrem consideráveis variações do Equador em direção aos pólos. O calor e a umidade quase constantes sob o Equador vão sendo substituídos por diferenças progressivamente mais acentuadas entre as estações, tanto em termos da temperatura como do comprimento dos dias e noites. Em cada local, os fenômenos planetários sofrem ainda as influências dos elementos do meio físico imediatamente circundante, como o relevo, a hidrografia e a proximidade do mar. A combinação desses fatores diferencia cada pequeno espaço, criando uma complexidade de situações, com maior ou menor grau de semelhança.

Durante sua evolução, no seu processo de estabelecimento em cada local, as espécies tiveram de se adaptar às variações dessas condições ao longo do tempo, sincronizando assim os ritmos do mundo vivo com os ritmos do mundo inanimado. Além da adaptação ao meio físico, cada forma de vida teve de se ajustar às outras formas de vida coexistentes no local, fossem elas antagônicas, indiferentes ou complementares.

Quando se estuda hoje o ciclo de qualquer espécie viva, o que se vê é o resultado de um processo de contínua adaptação às condições físicas e biológicas com que a planta se defrontou na sua evolução. Postula-se que cada mínima particularidade deve ter uma razão de ser na história evolutiva da espécie em questão.

Também alguns elementos minerais ligados ao mundo vivo seguem ciclos. A água das plantas, dos animais, do solo, dos rios e mares evapora, se condensa na atmosfera e retorna como chuva. O carbono é fixado pelas plantas em compostos ricos em energia, e vai retornando à atmosfera à medida que os animais e decompositores extraem energia dos compostos produzidos pelas plantas. Inversamente, o oxigênio é liberado pela fotossíntese durante a fixação de carbono e consumido pela respiração durante a liberação do carbono.

Dos nutrientes minerais das plantas, apenas o nitrogênio apresenta um ciclo real. Vários organismos fixam o nitrogênio do ar em compostos orgânicos, que são retornados ao ar por outros organismos. As descargas elétricas na atmosfera produzem compostos de nitrogênio, que podem ser absorvidos pelas plantas e assim entrar no mundo vivo, até que algum organismo denitrificador ou processo químico o retorne à forma gasosa.

Os outros nutrientes minerais seguem um processo completamente diferente. Tomemos o potássio como exemplo. Com a decomposição das rochas, o potássio é liberado, passando para a solução do solo. Dessa solução, parte dele é absorvida pelas plantas, parte é retida no complexo coloidal do solo e parte é lixiviada.

A parte lixiviada vai descendo no perfil do solo, alcança o lençol freático e daí ganha a rede de drenagem a caminho do mar, de onde não retorna. A parte absorvida pelas plantas e a parte no complexo coloidal podem se intercambiar através da decomposição dos tecidos vegetais e da absorção de nutrientes do solo pelas plantas.

Entretanto, nesse processo de intercâmbio, há sempre uma fração que escapa e é lixiviada. Assim, o resultado líquido do "ciclo" do potássio é seu carreamento inexorável para o mar. De modo semelhante, todos os outros nutrientes minerais seguem o caminho da rocha para o mar.

Na verdade, mesmo os ciclos de vida dos organismos, cuja repetição parece perfeita, apresentam variações quando se considera um período mais longo de tempo. Tomando-se o tempo de algumas gerações, os antepassados e os descendentes de determinado animal são praticamente idênticos. Contudo, a cada geração os filhos podem acumular diferenças quase imperceptíveis em relação aos pais, diferenças essas que vão se somando ao longo do tempo. Após um período de dezenas ou centenas de gerações, as características podem se modificar sensivelmente.

Raciocinando nesses termos, e considerando os "ciclos" abertos, chega-se à idéia de que, em longo prazo, não há realmente ciclos, mas uma espiral de evolução. Não sabemos para onde ela vai, nem exatamente de onde vem, não obstante se possam fazer conjeturas mais ou menos embasadas.

Do ponto de vista das práticas agrícolas, as diferenças a cada passo da espiral são tão pequenas que se pode raciocinar em termos de ciclos quase perfeitos,

exceto no caso dos nutrientes de ciclos abertos. Para esses nutrientes é necessário um cuidado especial.

Nesse funcionamento quase cíclico é que cada organismo ocupa um espaço e realiza uma função determinada na renovação anual da natureza. O melhor aproveitamento do potencial de cada organismo exige que se conheça exatamente seu espaço e função nessa dinâmica da natureza.

As regiões de origem das plantas e suas exigências sob cultivo

Toda espécie está em processo contínuo de evolução no sentido de um ajuste cada vez mais perfeito às condições bióticas e abióticas do seu local de desenvolvimento. Esse processo de ajuste não tem fim, posto que a cada momento as condições do ambiente também estão se modificando, ainda que minimamente.

Normalmente, as espécies desenvolveram mecanismos de adaptação para os fatores adversos prevalentes em sua região de origem. Espécies de terrenos alagados desenvolveram tecidos ocos internos para levar ar da atmosfera até as suas raízes submersas; espécies de regiões secas desenvolveram métodos de reduzir a perda d'água e/ou melhorar seu aproveitamento, e assim semelhantemente para cada fator limitante.

Quando o homem começou a cultivar plantas, um novo critério foi colocado em sua evolução: que o produto visado atendesse aos anseios do agricultor. Assim, um cereal que não desprendesse os grãos quando maduros era mais interessante porque reduzia as perdas na colheita. Uma árvore que produzisse frutos com mais polpa e menos sementes seria preferida à outra com mais semente e menos polpa. Esse tipo de seleção, aplicado desde a mais remota antigüidade sobre as plantas cultivadas, foi chamado de seleção automática.

O resultado dessa seleção é que a maioria das plantas cultivadas incorporou características de interesse do homem, mas prejudiciais à sua sobrevivência em estado natural. A monstruosa gema apical do repolho o condenaria ao desaparecimento em estado silvestre. A seleção pelo homem, ao distanciar a planta do estado natural, reduziu sua rusticidade em face dos fatores adversos do meio, fossem eles bióticos ou abióticos.

Apesar dessas modificações, as plantas parecem ter preservado uma memória genética, que as torna mais saudáveis e mais produtivas quando cultivadas em condições semelhantes às da sua região de origem. Tome-se como exemplo a cenoura, originária da Bacia do Mediterrâneo, onde predomina um clima de invernos chuvosos e frios, primaveras amenas e com boas precipitações, verões quentes e secos e outonos secos com temperatura declinando. Em sua região de origem, ela germina durante o inverno e a primavera, forma a raiz tuberosa na primavera, perde folhas no verão-outono, sofre indução floral pelo frio no inverno seguinte, floresce na segunda primavera, amadurece seus frutos no segundo verão e morre.

Quando cultivada em clima fresco e com água abundante, a planta se desenvolve bem e produz boas raízes. É o que acontece com os cultivos de inverno no Centro-Sul do Brasil. Por outro lado, se semeada no verão quente e úmido, uma série de problemas sobrevém: a germinação é baixa e irregular; a *Alternaria* lhe destrói a folhagem; as cenouras formadas são de baixa qualidade, mais duras e de cor desbotada; após a colheita, os apodrecimentos causados por *Erwinia cartovora* são freqüentes.

Na abordagem da agricultura convencional, dividindo para compreender, cada um desses problemas tende a ser visto separadamente. A baixa germinação é atribuída às temperaturas elevadas, a queima de *Alternaria* à combinação de calor e umidade, que favorecem o fungo e assim por diante. Na abordagem integrada que se procura realizar em agricultura orgânica*, o conjunto desses problemas pode ser atribuído ao não atendimento das condições exigidas pela planta. Em regra, as condições ideais são aquelas da região de origem da espécie, dentro das quais ela evoluiu e que demonstra manter na sua memória genética.*

De maneira análoga aos parâmetros climáticos tratados até agora, valem as condições de solo da região de origem. O trigo, originário em região de solo calcário, é muito sensível à toxidez de alumínio, que lá não ocorre. Pelo contrário, a mandioca, evoluída em solos álicos, é pouco afetada pelo alumínio.

Salienta-se, contudo, que nenhuma região é o jardim do Éden para as plantas ali evoluídas. Junto com cada planta coevolui um complexo biótico que lhe é associado, incluindo pragas, doenças, plantas competidoras, pássaros e outros organismos, cujas populações acabam se regulando mutuamente. Se quisermos alterar o equilíbrio natural aumentando a população de uma espécie vegetal além do permitido para aquele ambiente, o complexo biótico coevoluído trabalhará contra nossa cultura. Um exemplo extremo dessa situação é a dificuldade de se fazer cultivos homogêneos de seringueira na Amazônia.

Em que pesem as exceções, mantém-se válida a observação de que uma espécie tende a se desenvolver tanto melhor quanto mais as condições de cultivo se assemelharem às de seu local de origem, especialmente os fatores abióticos.

Em alguma medida, essa regra pode ser atenuada pelo melhoramento, seja pela seleção automática já mencionada ou pelo melhoramento genético formal. Continuando com o exemplo da cenoura, para o cultivo de verão, as variedades melhoradas para essa finalidade são melhores que as variedades tradicionais. Fato semelhante ocorre com o repolho, a couve-flor, o brócolis e a alface. Não obstante, a despeito de todo o esforço de melhoramento, a sanidade da cultura e a qualidade do produto deixam a desejar em relação às condições ideais. A memória genética da espécie ainda se mostra ativa. Podemos melhorar um atributo, às custas de piorar outro.

Pragas, doenças e deficiências minerais

Pragas, doenças e deficiências minerais não costumam ser problema quando a cultura e local estão bem sintonizados, a variedade é bem adaptada, a época de cultivo é correta e não se usam produtos químicos que causam distúrbios ao funcionamento normal da natureza. À medida que a estrutura e o funcionamento do sistema agrícola se aproxima da estrutura e do funcionamento do ecossistema natural da região, as pragas e doenças vão se tornando menos impactantes sobre a produtividade do sistema.

De maneira geral, os problemas com nutrição mineral tendem a se tornar mais importantes e freqüentes à medida que as plantas se afastam das condições de clima e solo de sua região de origem, de modo que maiores doses de adubos precisam ser aplicadas. Um exemplo interessante é a batata-doce, cultivada nos Estados Unidos desde a Flórida até Nova York. À medida que se distancia do trópico, a cultura vai exigindo uma dose maior de fertilizantes. Esse comportamento pode ser atribuído a um estresse contínuo sobre a planta, que afeta seu metabolismo e conseqüentemente seu vigor.

Evoluída na região tropical, a batata-doce exige temperaturas elevadas no solo e na atmosfera para um bom desenvolvimento. Em solos frios e atmosfera fria, o enraizamento é prejudicado, explorando-se um menor volume de terra. A fotossíntese aquém do ótimo exacerba a competição interna na planta pelos fotossintetatos, o que também resulta em prejuízo da absorção de nutrientes. O resultado final é a maior incidência de problemas ligados à nutrição mineral e maior necessidade de adubação à medida que se caminha do trópico para o Norte, da Flórida para Nova York.

Um caso semelhante muito usual no Brasil é o de espécies de primavera temperada cultivadas em verão tropical. Sob temperatura elevada, sua respiração é muito mais intensa, queimando uma parte importante dos produtos da fotossíntese em prejuízo de um enraizamento mais abundante. As poucas raízes que ainda se desenvolvem, evoluídas para trabalhar a temperaturas mais baixas, acabam respirando demais também e afinal entram em fermentação para obter a energia necessária à absorção de nutrientes minerais. Como conseqüência, são produzidos metabólitos tóxicos, agravando o quadro. Desequilíbrios semelhantes ocorrem também na parte aérea, terminando por tornar toda a planta mais suscetível às doenças e pragas. Nesse ponto, está criado o problema e a deficiência mineral aparece, a despeito da condição química do solo.

Para cada espécie, podem se estudar os fatores mais importantes de estresse, mas isso não altera a condição de inadequação ambiental geral. Um exemplo é a deficiência de boro em couve-flor, hoje considerada como quase inerente à cultura. Num mesmo terreno, sob idênticas condições, a variedade Bola-de-Neve, de clima temperado é muito mais afetada que a Teresópolis, melhorada para as condições brasileiras.

A finalidade dessa exposição não é condenar a correção das deficiências minerais eventualmente existentes. A idéia a se manter em mente é que essas deficiências precisam ser compreendidas dentro do quadro geral de adaptação da planta às condições de cultivo, e não isoladamente como um problema químico do solo. Espécies bem adaptadas às condições locais e técnicas de cultivo, simulando a natureza, normalmente dispensam correções pontuais de todos os problemas, inclusive daqueles ligados às pragas, doenças e deficiências minerais.

Os centros de origem das plantas cultivadas

Uma conseqüência lógica na linha do raciocínio seguida até aqui é que, para uma agricultura abundante e ambientalmente sadia, em cada região devem ser cultivadas as espécies que ali melhor se adaptam. Isso corresponde à lógica de procurar a cultura certa para a situação disponível, em lugar de modificar o ambiente para que ele se ajuste às necessidades da cultura. Num nível mais elevado, corresponde à lógica de fazer o ecossistema agrícola tão próximo quanto possível do ecossistema natural.

Na escolha das culturas básicas de sua alimentação, a totalidade dos povos do planeta seguiu esse princípio até o início do século XX. Em cada região, tornaram-se ingredientes básicos da dieta aqueles produtos que ali produziam a maior quantidade de energia alimentar, com a menor quantidade de trabalho e o menor risco. Foi essa a lógica de estabelecimento da mandioca como principal cultura alimentar do trópico úmido brasileiro, do trigo nas orlas do Mediterrâneo, da batatinha no Norte da Europa, do arroz no Extremo Oriente e assim por diante.

Na maior parte do Brasil, sobretudo nas áreas rurais, essa lógica ainda era muito forte no tempo dos nossos avós. Contudo, os artifícios da química agrícola foram propiciando um distanciamento entre as condições locais originais e as plantas efetivamente cultivadas. Isso chegou a tal ponto que muitos agrônomos, e não apenas consumidores urbanos leigos, não sabem mais quais são as condições pedidas por cada planta. Nessa situação, praticar uma agricultura ecológica é realmente difícil. Para sanar esse problema, o agricultor ecológico e seu agrônomo precisam reforçar seu conhecimento sobre a origem das espécies que querem cultivar e as condições ali predominantes.

O primeiro estudo de maior expressão sobre a origem das plantas cultivadas foi empreendido por Alphonse De Candolle, que compilou os mais diversos tipos de documentos e evidências então disponíveis sobre a origem das plantas cultivadas, publicando em 1883 "*L'origine des plantes cultiveés*". No Velho Mundo, eram cultivados há pelo menos 4.000 anos o arroz, o trigo, a cebola, a berinjela, a manga e a banana, entre outras plantas. Mais de 2.000 anos de cultivo tinham a cenoura, a beterraba, o limão, a laranja, a cana-de-açúcar, o inhame, etc. Com menos de 2.000 anos de cultivo estavam o café, o quiabo, a salsinha, o moranguinho, etc.

No Novo Mundo, a agricultura era mais recente, de modo que nenhuma de suas plantas de cultivo chegava à idade das mais velhas do Velho Mundo. Havia seguramente mais de 2.000 anos de cultivo de feijão, de milho, de batata-doce e de cacau. Mais recente eram o abacate, o amendoim, as abóboras, as pimentas e a goiaba, entre outros. Contudo, salvo essa regionalização muito grosseira em Velho e Novo Mundo, as regiões de origem permaneciam como especulação. Os séculos de cultivo dessas plantas as haviam modificado de tal maneira, que não se podia mais encontrá-las na natureza.

Continuando esses estudos, o botânico Nikolai Ivanovich Vavilov postula que a origem de uma espécie cultivada deveria estar na região onde houvesse maior diversidade de parentes silvestres. Desenvolvendo essa idéia, Vavilov publica em 1926 uma compilação de seus estudos propondo que a maioria das plantas cultivada provinha de apenas quatro grandes centros de origem. Um iria do Centro ao Sudoeste da Ásia, das cadeias de montanhas do Himalaia ao Cáucaso. Outro centro era a bacia do Mediterrâneo. O terceiro estava no Sudeste da Ásia e o quarto nas cordilheiras americanas, do Norte do Chile ao México.

A partir desses centros de origem, a maioria das espécies cultivadas teria se disseminado e passado por séculos de seleção pela mão do homem. Expandindo-se pelo espaço geográfico, foram adquirindo características de interesse dos seus cultivadores e se adaptando a novos solos e climas, diferenciando-se dos seus ancestrais. Assim, por exemplo, as variedades de mandioca da Amazônia, do Semi-Árido e do Sul do Brasil diferem enormemente em suas exigências em temperatura e água; as variedades de cenouras do Brasil diferem das da Europa em sua necessidade de frio.

Contudo, como a memória genética ancestral permanece ativa e manifesta, sempre resulta mais fácil e produtivo trabalhar nas condições ideais. Para tanto, descrevem-se a seguir as condições de clima e solo predominantes nos centros de origem de Vavilov, relacionando-os às principais plantas desses centros cultivadas no Brasil.

Mediterrâneo e Sudoeste da Ásia

O ritmo das estações nessa região segue um padrão caracterizado por chuvas de inverno e primavera, com verão e outonos secos. Contudo, a intensidade do frio e da seca varia ao largo desse grande espaço geográfico. De maneira geral, a orla mediterrânea é menos fria que a região alta e montanhosa do Himalaia ao Cáucaso. Na orla do Mediterrâneo, ocorrem geadas, mas pouca ou nenhuma neve. Já as montanhas tendem a receber neve com regularidade.

As chuvas de inverno e primavera são mais abundantes em algumas regiões, mas tão escassas em outras que chega a se caracterizar semi-aridez ou até deserto. Tanto no vale do Nilo quanto na Mesopotâmia, onde se estabeleceram as primeiras culturas agrícolas da região, a irrigação foi essencial para a agricultura.

Essas diferenças climáticas se traduzem em floras nativas algo diferenciadas, o que levou Vavilov a separar as duas regiões. Contudo, o fato de seguirem o mesmo padrão climático e serem contíguas, possibilitou uma intensa e contínua troca de materiais ao longo do tempo, de modo que essas duas regiões compartilham a paternidade de muitas espécies, embora haja também espécies exclusivas de uma ou de outra.

Para citar as plantas mais comuns entre nós, apenas do Sudoeste da Ásia são a macieira, o marmeleiro, a oliveira, a ameixeira européia, a romãzeira, a cevada, o alho, a ervilha, a cebola, o centeio e a alfafa. Apenas do Mediterrâneo são a alcachofra, os aspargos, as couves, a figueira, a salsa e a raiz forte. De ambas as regiões são o trigo, a cenoura, a alface, a mostarda, o nabo, a amendoeira (*Prunus amigdalus*), a castanheira européia (*Castanea sativa*) e a nogueira.

Em termos de solos, em quase todo esse grande centro de origem predominam os de origem calcárea, de modo que a maioria dessas plantas precisa de pH próximo da neutralidade, entre 6 e 7, sendo que algumas inclusive toleram solos alcalinos. Assim, os problemas ligados a solos ácidos, como a toxicidade de alumínio e manganês, estão fora da sua previsão evolutiva. Noutras palavras, as plantas dessa região, como regra, não desenvolveram mecanismos de sobrevivência em solos ácidos, como os predominantes no trópico úmido e mesmo no sub-trópico brasileiro.

Do ponto de vista da evolução vegetal, as plantas dessa grande região desenvolveram diferentes estratégias de convivência com as adversidades climáticas. O trigo, como várias outras gramíneas da região, crescendo no inverno frio e úmido desenvolveu resistência à geada nas plantas jovens. À medida que passava a primavera, as temperaturas se elevando e a água diminuindo, era preciso florescer e frutificar, para que as sementes estivessem prontas no outono, e esperassem até as chuvas voltarem para germinar.

Ao longo do tempo, à medida que seu cultivo se expandia ou que as condições de solo iam se alterando, o trigo foi sendo substituído por outros cereais, melhor adaptados às novas condições. Ainda na antiga Mesopotâmia, à medida que progredia a salinização causada pela irrigação, o trigo foi sendo substituído pela cevada, que supostamente crescia como planta invasora nos trigais. Na expansão para o Norte da Europa, analogamente, o centeio teria sido "desmembrado" do trigo, por tolerar melhor a acidez dos solos e doenças ligadas à umidade relativa do ar.

Transferido para as condições do inverno do Centro-Sul do Brasil, o trigo vai relativamente quando as condições se assemelham às de sua origem, isto é, solos corrigidos, chuva no início do inverno e seca no final do ciclo, e nenhuma geada na fase reprodutiva. Contudo, quando não chove no início do inverno, falta-lhe água para crescer bem. Do emborrachamento para frente, se gear ou se chover bem, a lavoura está perdida. Geada ou muita chuva depois do florescimento estão fora das previsões do trigo, daquelas características que ele teve de evolutivamente incorporar na sua região de origem.

Outras culturas graníferas da região, como o centeio, a cevada, a aveia, o grão de bico, a fava européia, o feno grego e a ervilha, compartilham necessidades climáticas e de solo semelhantes às do trigo, com pequenas variações nos limites absolutos de temperatura e de umidade.

As ervas tenras dessa região, dentre as quais várias foram selecionadas como hortaliças, apresentam basicamente duas estratégias de ajuste ao clima. A primeira pode ser exemplificada com a alface. Muito tenra, ela não suporta a geada nas folhas, de modo que apenas germina quando o risco de geada já é pequeno, mas ainda há precipitação abundante e a temperatura é amena. Nessa fase, ela desenvolve sua roseta. Quando se aproxima o verão e o calor aumenta, é hora de entrar em florescimento e produzir sementes antes de a seca se estabelecer. Durante esse período, é preciso reduzir a transpiração das suas tenras folhas, produzindo cera, e reduzir o ataque de herbívoros, formando látex (daí seu nome latino de *Lactuca*). No outono, as sementes já devem se dispersar, e apenas germinar depois de completar sua maturidade durante o frio inverno. A imaturidade das sementes é uma garantia contra a germinação prematura, que seria desastrosa.

Transferida para o Brasil pelos portugueses, a alface identifica seu bom clima no inverno do Centro-Sul ou em regiões altas mais ao Norte, com temperaturas amenas e irrigação, produzindo bem. Contudo, semeada durante o verão, germina pobremente, não chega a formar roseta porque entra precocemente em reprodução, amarga muito depressa e produz látex abundante. Sem dúvida há variedades para o verão, mas seu desenvolvimento e qualidade nunca igualam às do inverno. Novamente aqui, é a memória ancestral da planta, gravada em seus genes e indicando a todo o tempo as suas necessidades. Em situação semelhante à da alface vamos encontrar a maioria das folhosas que consumimos, tais como a rúcula, o almeirão, a escarola, a mostarda, a acelga, e também outras como o nabo, o rabanete, a couve-rábano, a salsinha, o funcho, o coentro, etc.

Uma segunda estratégia de plantas herbáceas nessa região consiste em estender seu ciclo de vida por dois ciclos de estações. Enquanto a alface se apressa para formar sementes tão logo o calor antecipa a chegada da seca no verão, a cenoura e a cebola aproveitam a primavera e o verão do primeiro ano para formar estruturas de reserva, entrando em reprodução apenas no segundo ano.

A cenoura tipicamente vegeta nas condições de temperatura amena e boas chuvas da primavera mediterrânea, acumulando reservas em sua raiz principal. Com a elevação das temperaturas e a seca no verão, a planta perde as folhas, e assim permanece até a nova primavera. Para se localizar quanto ao momento propício de retomar seu ciclo, a cenoura teve de desenvolver mecanismos que lhe assegurassem já ter passado o inverno, de modo que as brotações não emergissem em época inadequada, ainda excessivamente fria. Esse mecanismo consistiu em ter de passar por determinado tempo sob baixas temperaturas, para ter sua fase reprodutiva desencadeada.

Assim, na primavera seguinte, plena de reservas, já tendo recebido o frio suficiente, ela emite seu pendão floral, cujas sementes terminarão de se formar apenas no verão. E, para que não se perdessem sementes germinadas em época inadequada, devido a alguma eventual chuva de verão, as sementes da cenoura incorporaram uma proteção fisiológica de não germinar em temperaturas além de certo limite. Os valores limites, tanto de tempo de frio para emitir pendão quanto de temperatura máxima para germinação, variam segundo as particularidades locais do clima ao largo desse grande centro de origem. Apresentam estratégias semelhantes às da cenoura a cebola, o alho e a beterraba, dentre outras.

Confrontando essa estratégia com o padrão climático predominante no Brasil, pode-se compreender plena e logicamente os fatos relativos à cultura da cenoura. Como normalmente o produto de interesse econômico é produzido no primeiro ciclo, as necessidades climáticas acabam sendo semelhantes às da alface. No inverno do Centro-Sul do país, com temperaturas amenas e irrigação, produzem-se cenouras sadias, tenras, saborosas, com pigmentação forte.

No entanto, forçando o cultivo no verão, as sementes não germinam bem, as folhas são derretidas pelo complexo de *Alternaria*; das raízes formadas, muitas apodrecem ainda no solo pelo ataque de *Erwinia*, o produto perde qualidade, torna-se picante e descolorido. Para fazer frente a essa situação, utilizam-se agrotóxicos já no plantio para controlar nematóides, depois doses de fungicidas contra *Alternaria*. Após a colheita, como a *Erwinia* continua destruindo as cenouras nas caixas a caminho do mercado, não poucos agricultores banham as raízes contra a *Erwinia*, com antibióticos baratos de uso em produção animal.

Muitos técnicos depositaram suas esperanças na solução desses problemas via melhoramento genético, e de fato tem havido ganhos significativos. Particularmente no caso da cenoura, o melhoramento realizado em várias instituições públicas de pesquisa foi de êxito estrondoso. A partir de cenouras que se foram adaptando ao nosso clima por mais de 400 anos, sobretudo nos estados mais ao sul do país, produziram-se variedades com muito melhor resistência à queima de *Alternaria* e que germinam a temperaturas mais elevadas. Contudo, também é fato que as cenouras assim melhoradas, chamadas cenouras de verão, nunca conseguem alcançar a mesma qualidade que as de inverno. Ao se selecionar para alguma característica, normalmente se perde em outras. Os melhoristas têm feito um bom trabalho, mas não são mágicos.

As plantas arbóreas dessa região são predominantemente decíduas, e, para evitar perdas, desenvolveram mecanismos de quebra de dormência das gemas pelo frio. Contudo, como o frio pode variar consideravelmente de ano a ano, é freqüente que esses mecanismos também estejam associados ao fotoperíodo. Enquanto orientação para ciclos biológicos, o fotoperíodo é mais confiável, porque se deve ao movimento de translação da Terra, que não sofre oscilações na escala de tempo agrícola.

Uma vez que as condições de origem dessas árvores não são encontradas nos

trópicos, elas perdem seus referenciais, do que resultam problemas na produção. Por não estarem preparadas para o calor úmido, também costumam ser atacadas, particularmente, por doenças foliares. Assim, a necessidade de frio para a quebra de dormência e sua relação com o fotoperíodo impediram a exploração econômica nos trópicos de árvores tais como a macieira, a ameixeira européia, a oliveira, a nogueira e a cerejeira. Embora possam vegetar, as condições para a frutificação nunca ocorrem.

Comparando-se essas plantas perenes entre si, pode-se estabelecer um gradiente de necessidade de frio. De um modo geral, as espécies cultivadas de *Pirus* (maçã, pêra) necessitam de mais frio que as de *Prunus* (ameixa, pêssego, damasco), de *Castanea* (castanha portuguesa) e *Vitis vinifera* (uva européia).

Um interessante aspecto com relação a esse centro de origem, de natureza sociocultural, mas com grandes reflexos sobre a produção agrícola, é a superioridade que na cultura brasileira se atribui aos produtos de origem européia. Na nossa formação nacional, o elemento socialmente superior foi sempre o europeu e, por quase quatro séculos, sobretudo os ibéricos. Tais elementos viveram aqui uma abundância desconhecida na Europa, e talvez exatamente por isso, desenvolveram uma notável valorização às coisas "do reino", entenda-se, do Reino de Portugal, e uma depreciação aos produtos "da terra".

Assim, na nossa mentalidade coletiva, as coisas do Mediterrâneo sempre foram consideradas superiores àquelas dos trópicos, aportadas à nossa cultura nacional pelos índios e africanos ou para os índios e africanos. Nos meados do século XIX, a população era majoritariamente de origem africana e ameríndia, mas as elites se pensavam na Europa. Um século depois, Sérgio Buarque de Hollanda escrevia em Raízes do Brasil que s*omos uns desterrados em nossa própria terra*. Em Goiás Velho, nos cerrados de Brasil Central, a saudosa velhinha Cora Coralina, sentada em seu quintal às margens do Rio Vermelho, cristaliza esse sentimento de inferioridade no seu famoso Poema do Milho: ... *Não me pertence a hierarquia tradicional do trigo, nem de mim se faz o pão alvo e universal...*

O reflexo dessa mentalidade culturalmente colonizada sobre a produção agrícola se materializa na insistência irracional em se cultivar e consumir produtos de adaptação forçada, traduzida em plantas pouco vigorosas, perseguidas por pragas e doenças e de baixa produção.

Do ponto de vista da alimentação, focalizando criticamente a situação sob a perspectiva de uma agricultura mais adequada ao nosso ambiente e mais afinada com o desenvolvimento sustentável, fica evidente que o abastecimento alimentar do Brasil não pode se alicerçar sobre as plantas desse centro. Há que se reduzir a dependência do trigo e de outros cereais de inverno, o que certamente não significa riscar do mapa essas culturas, mas limitar sua expressão ao que se pode produzir sem risco desnecessário.

Quanto às hortaliças do Mediterrâneo, delas podemos obter produtos magníficos

em largas extensões do país durante os meses frescos, sem riscos para os agricultores e para deleite dos consumidores. Contudo, no verão, melhor recorrermos aos sabores e aromas que os outros centros de origem nos ofertam. Trata-se aqui de uma necessidade de auto-análise coletiva, para a qual cada leitor certamente tem alguma contribuição a dar.

Sudeste da Ásia

O centro de origem do sudeste da Ásia foi o berço de algumas plantas hoje entre as mais dispersas nas regiões intertropicais do planeta, tais como a banana, o arroz, a fruta-pão, a jaca, as frutas cítricas, a soja, o inhame e a cana-de-açúcar. Em oposição ao centro de origem do Mediterrâneo e do Sudoeste da Ásia, de clima temperado, e das Cordilheiras Americanas, de clima tropical de altitude, o Sudeste da Ásia é terra de sol e de chuva, de ilhas e penínsulas circundadas pelo quente mar equatorial. A partir do Equador, essa região desce até cerca de 10º de latitude Sul, na Indonésia, e sobe até as imediações do Trópico de Câncer, no Sul da China e península Indochinesa.

O clima, embora sempre quente e úmido, comporta variações em termos dos valores absolutos das temperaturas e precipitações e de sua variação ao longo do ano. Mais ao Sul, o calor e umidade são quase constantes. É a terra das bananas, do inhame, da cana, da jaca. Em direção ao Trópico de Câncer, a sazonalidade vai se acentuando, ampliando-se as diferenças térmicas e de precipitações ao longo das estações. É a terra dos citros e da soja, do arroz e do gengibre, do cravo e da canela. Com a altitude, o clima se torna naturalmente mais fresco.

Traços comuns a essas plantas são a intolerância à geada e a necessidade de calor e umidade para um bom desenvolvimento vegetativo. Para muitas delas, temperaturas baixas, mesmo sem geadas, causam danos importantes. Em relação à umidade, a maior parte delas não suporta longos períodos secos, ainda que alguma deficiência hídrica possa ser temporariamente tolerada. Quanto à umidade relativa do ar, a maioria delas, a exemplo da banana, prefere alta saturação, embora algumas prefiram ar mais seco, como os citros.

Os solos dessa região são muito variáveis. Há extensas áreas com solos de origem vulcânica, com alta fertilidade, bem como solos derivados de materiais pobres, profundamente intemperizados, pobres, ácidos e álicos. Assim, não há um padrão comum entre as plantas dessa região em termos de exigência de fertilidade. O arroz é planta tolerante à acidez e pobreza do solo, enquanto a banana exige solos relativamente férteis.

Com tais características, não é de se estranhar que algumas plantas dessa região tenham se expandido e naturalizado em toda a faixa tropical do planeta, e que hoje nos seja difícil imaginar que a banana, a jaca ou a laranja não sejam plantas do Brasil. Contudo, a disseminação dessas plantas pelo planeta foi lenta, e se insere

dentro da milenar oposição e fascínio entre o Ocidente e o Oriente.

Embora no mesmo grande bloco continental, Europa e Ásia estão separadas por desertos e grandes cadeias de montanhas. A Índia, ao se separar do antigo continente de Gondwana, que formava com a África e a América do Sul, foi bater no bloco continental da atual Eurásia, gerando a extensa cadeia de montanhas que separa o subcontinente indiano do Irã, a Oeste, e da Ásia Central, ao Norte. O Himalaia resultou desse choque. Ao norte do Himalaia, os desertos e estepes da Ásia Central, habitados por nômades belicosos, constituíram uma barreira ao intercâmbio pelo Norte, com a China. Observou-se aí o adágio geográfico de que o mar aproxima os povos, enquanto as montanhas e os desertos os afastam, ficando Oriente e Ocidente praticamente isolados por séculos.

As primeiras incursões do Ocidente para o Oriente ocorreram com a conquista de parte da Índia atual por Alexandre, mas esse império em pouco tempo se fragmentou. O intercâmbio mais intenso de plantas do Sudeste da Ásia com o Mediterrâneo apenas iria acontecer com a expansão árabe. Comerciantes e habitando uma das áreas mais quentes do centro de origem do Mediterrâneo, já com incursões pela África tropical pelo Leste, os árabes anteviram as possibilidades de expansão econômica e de comércio das plantas do Sudeste da Ásia. De lá trouxeram o arroz, a cana-de-açúcar, os citros, as especiarias.

Essa contribuição árabe ficou gravada nas palavras incorporadas às línguas européias para designar aquelas plantas. Do árabe *naranj* vieram laranja, *orange* (francês), *naranja* (espanhol) e *arancia* (italiano). O *sukur* árabe resultou em *sucre* (francês), *sugar* (inglês), *tchekér* (turco), *succero* (italiano) e naturalmente açúcar (al-sukur), que em português antigo alternava com assucre. Visando a uma alternativa para desbancar a supremacia árabe, Marco Polo empreendeu suas viagens à China, deixando testemunho da origem oriental da laranja, que persiste até hoje nas línguas germânicas: a laranja é a maçã da China (*Apfelsine* em alemão, *sinnasappel* em holandês).

Com a interligação estabelecida pelos árabes, intensificou-se também o intercâmbio preexistente entre o leste africano e o oeste indiano, pelas rotas que cruzavam o Oceano Índico. Contudo, por todo o período do apogeu árabe, a disseminação das espécies tipicamente tropicais foi limitada pelo clima mais frio predominante na maior parte do Império. Mesmo no Norte da África e na Península Ibérica, apenas aquelas espécies com alguma resistência à geada puderam ser cultivadas.

A grande disseminação só ocorreria mais tarde, com a expansão marítima dos povos ibéricos, sobretudo dos portugueses, e se tornou possível porque seu domínio se estendia pelo trópico úmido da Ásia, África e América. Talvez sem se dar conta do trabalho que realizavam, os portugueses impulsionaram o intercâmbio de espécies e imprimiram a sua sonoridade aos nomes das novas plantas, aprendidos dos nativos do oriente. Pelas suas mãos passaram a jaca, a manga, a banana, o inhame e muitas

outras espécies, que se tornaram pan-tropicais. A facilidade de adaptação foi tamanha que essas plantas se expandiram por si mesmas, tendo inclusive voltado à forma semi-silvestre em alguns lugares, como pode ser observado com a jaca na Floresta da Tijuca, dentro da cidade do Rio de Janeiro.

Com a decadência do império oriental português, a fusão das coroas ibéricas e a ascensão da Holanda e depois da Inglaterra no controle do Oriente, e tornando-se a coroa espanhola inimiga dos flamengos e ingleses, esse intercâmbio foi truncado, fechando-se os portos dos respectivos impérios coloniais. Isso limitou o desenvolvimento ulterior das trocas entre a Ásia e a América tropicais. De certa forma, essa ruptura permanece até hoje, havendo um grande número de espécies do Sudeste da Ásia que sequer conhecemos e de espécies sul-americanas que eles tampouco conhecem.

Da intermediação portuguesa das plantas do Sudeste da Ásia resultou um fato curioso. Embora a adequação climática as tenha tornado parte do nosso cotidiano, sabemos utilizá-las apenas de forma restrita. Por exemplo, grosso modo, da bananeira apenas sabemos comer as bananas maduras, da jaca apenas os bagos doces, da manga apenas as frutas e como doces. Causa certamente estranheza aos brasileiros pensar em jaca bem verde como hortaliça, ou mangas como pratos salgados e picantes.

De fato, aprendemos apenas uma ínfima parte da lição de como aproveitar as espécies tropicais do Sudeste da Ásia, aproveitamento esse que talvez seja uma das mais profícuas áreas de investigação culinária e gustativa. Na nossa busca de uma sociedade e cultura ambientalmente mais corretas no Brasil, intensificar o intercâmbio com a Ásia tropical é uma tarefa à espera da contribuição da curiosidade e do empenho dos agricultores orgânicos e dos profissionais das ciências agrárias.

Cordilheiras Americanas

Desde o Alaska até o extremo Sul da América do Sul, a costa do Pacífico é acompanhada por uma alta Cordilheira. Vavilov encontrou o centro de origem da maioria das grandes culturas evoluídas nessa parte do planeta justamente na região intertropical dessa longa cadeia de montanhas, do Norte do Chile ao México. As plantas aí domesticadas estão ligadas aos povos da América Central e aos povos andinos, sendo a história da sua domesticação envolta pela mesma nebulosidade que as histórias desses povos.

Por ocasião da conquista espanhola, essas eram as duas regiões mais populosas do novo continente e com a agricultura mais desenvolvida. Nessa época, todas as grandes culturas agrícolas de origem americana já estavam perfeitamente domesticadas, tais como o milho, as abóboras, o feijão, a batata, o tomate e o cacau.

O clima dessa região é definido por três fatos básicos: a proximidade do Equador, a altitude e a exposição ao Pacífico ou ao Atlântico. Pela proximidade do Equador, a variação da temperatura diária média ao longo do ano é pequena, sendo a variação

entre o dia e noite de maior expressão que a variação entre estações. Como a temperatura decresce com a altitude, a vegetação da Cordilheira evoluiu em temperaturas amenas ou mesmo baixas, de acordo com seu piso de origem. No sopé da cordilheira, sob o Equador, a temperatura média anual é da ordem de 28ºC, e fica abaixo de zero a 4.000m de altitude, nos cumes com neves eternas. Como exemplo, a cidade de Quito, a quase 3.000m sobre o nível do mar, sob a linha do Equador, registra variação diária de 12ºC a 26ºC, ao longo de todo o ano.

A face da Cordilheira voltada para o Pacífico é quase toda marcada pela escassez de chuvas, chegando em alguns pontos ao deserto. A face leste, voltada para a Amazônia ao sul, e para o Caribe ao Norte, é sempre úmida. Assim, a vegetação da cordilheira seguiu caminhos evolutivos diferenciados segundo sua exposição ao Atlântico ou ao Pacífico. Há ainda um terceiro acidente geográfico a marcar essa região. Ao Sul do Panamá, a cordilheira se divide em três ramos. Um deles se orienta para o Sudeste e Leste, formando o divisor de águas entre as bacias do Amazonas e do Orenoco. Os outros dois se orientam para Sul e, ao se distanciarem, delimitam entre si uma extensa região alta e relativamente seca, o Altiplano, centro geográfico da civilização incaica.

Os solos na região apresentam grande variação, mas de modo geral são quimicamente pobres. Considerados esses fatos geográficos, a evolução das plantas dessa região foi muito mais marcada pelo regime das precipitações e pela altitude do que por quaisquer outros fatores. A altitude se traduz numa temperatura amena, mas sempre acompanhada de uma forte variação entre o dia e a noite. Essa variação é mais intensa nas áreas secas do que nas úmidas, porque o vapor d'água na atmosfera a atenua. As geadas estão fora da previsão dessas plantas, e o fotoperiodismo é pouco importante, salvo para aquelas espécies de regiões mais distanciadas do Equador.

Ainda hoje, a altitude permanece como o fator mais importante na definição da paisagem agrícola da Cordilheira, sobretudo nos Andes, sendo impossível a qualquer dos pisos de altitude ou a qualquer agricultor individual abastecer-se de todos os itens de que necessita. Por essa razão, permanece viva na cultura dos povos andinos a máxima de "complementaridade e reciprocidade".

Com tais características de clima, é compreensível que as plantas dessa região não tolerem nem geadas nem calores excessivos. De fato, algumas delas, como o tomate e a batatinha, inclusive precisam de termoperiodismo diário para boas produções. Além de temperatura amena, sendo esse ameno variável segundo a faixa de altitude da espécie, essas culturas são sensíveis à umidade relativa do ar. As culturas do Altiplano ou das alturas secas do México e América Central, evoluídas em atmosfera seca, são muito prejudicadas por doenças foliares quando cultivadas em ar úmido. Esse é o caso da batatinha e do tomate. Já as culturas da face atlântica, como a mandioquinha-salsa e o feijão, evoluídas sob boas precipitações, se desenvolvem melhor em ar mais úmido.

Desde a primeira viagem de Colombo, as plantas americanas começaram a ser leva-

das para a Europa. Com a conquista do Império Asteca, e posteriormente do Império Incaico, esse fluxo se intensificou. Para a Espanha foram o milho, as pimentas (*Capsicum*), a batatinha, o tomate, as abóboras e várias outras espécies. As formas originais cultivadas na América em geral tinham um longo ciclo vegetativo, incompatível com o clima do Mediterrâneo e pior ainda com o da Europa Central e do Norte. Esse fato, aliado a uma natural desconfiança diante do novo, manteve essas espécies como curiosidades botânicas, alimentos de bárbaros do além-mar.

Contudo, a primavera amena do Mediterrâneo em alguma medida simulava as altitudes tropicais, de modo que a seleção de tipos de ciclo mais curto e a familiaridade criada pelo tempo de convívio foram incorporando o cultivo de algumas espécies americanas na Europa. Em determinadas regiões, foi tão grande a vantagem das plantas americanas, em termos de produção alimentar por unidade de área e/ou de trabalho, que elas acabaram por deslocar culturas européias tradicionais. Tal foi o caso da batatinha (*Solanum*) no Norte Europa e do milho em vastas áreas do sul da Europa.

A batatinha, em particular, foi de tal forma incorporada que hoje a conhecemos em português como batata inglesa, e em inglês ela é chamada de *Irish potato*, batata irlandesa, a despeito de sua origem andina. No norte da Europa, sua superioridade sobre os cereais levou à monocultura, criando condições propícias ao ataque e à rápida disseminação de pragas e doenças. Pelas suas conseqüências, ficou bem conhecido o desastre ocorrido na Irlanda em 1845 e 1846, quando uma doença fúngica dizimou as plantações, levando 1,5 milhão de pessoas a morrer de fome e um milhão a emigrar.

Outra solanácea que se incorporou perfeitamente ao clima temperado foi o tomate, embora apenas dois séculos mais tarde. Originário da área mexicana da cordilheira, as variedades de ciclo curto permitem uma fácil adaptação aos climas temperados de verão seco. Nas condições do inverno do Centro-Sul do Brasil, com boa termoperiodicidade e baixa umidade relativa do ar, também produzem boas safras. Contudo, na sua evolução não estavam previstas nem geadas, nem ar úmido, nem temperaturas altas constantes, de modo que cultivá-lo no verão tropical é insucesso quase certo.

Nos Andes, faz-se o cultivo de várias outras solanáceas, das quais talvez as mais destacadas sejam a naranjilla (*Solanum quitoensis*), de cujos frutos se preparam sucos, e o tomate-de-árvore (*Ciphomandra betacea*), muito utilizado no preparo de molhos picantes. Contudo, talvez por serem semiperenes e endêmicas, seu cultivo nunca foi expandido para fora da região de origem.

Na face atlântica desse centro de origem, à meia altitude, estão climas agradáveis, com temperaturas médias amenas, noites frescas, dias levemente quentes, chuvas bem distribuídas, sem excesso nem falta d'água. Essa é por excelência a área do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e da mandioquinha salsa (*Arracaccia*). Quando essas condições são supridas, ambos produ-

zem bem. No caso do feijão, houve considerável encurtamento do ciclo, de modo que hoje ele pode ser cultivado mesmo em áreas de climas diferentes, desde que haja alguma época do ano em que suas necessidades sejam supridas. A mandioquinha exige um longo período de pelo menos seis a oito meses com essas condições, de modo que seu cultivo se restringe às terras tropicais altas e úmidas da Colômbia, da Venezuela e dos planaltos do Centro-Sul do Brasil.

Das plantas desse centro de origem, o milho é a que exibe maior variabilidade e adaptabilidade, havendo tipos para áreas quentes e baixas, altas e mais secas, com ciclo inferior a três meses ou de quase um ano. Contudo, é relativamente exigente em fertilidade. Com tais características, adaptou-se a uma ampla faixa climática, desde os climas temperados com verões quentes aos tropicais de baixa altitude, desde que sobre solos favoráveis.

No seu conjunto, as plantas das alturas bem supridas de chuvas desse centro de origem podem dar boas colheitas na primavera e verão dos planaltos e serras do Centro-Sul do Brasil, acima de 800m ou 1.000m, desde que livres de geadas. O feijão comum, tão presente nas mesas brasileiras, está nessa condição, mas pode ser cultivado até a menores altitudes mais ao Sul, aonde o aumento da latitude vai corrigindo o declínio da altitude.

As plantas das alturas secas, como a batatinha e o tomate, também podem dar boas safras no inverno seco dos planaltos do Centro-Sul, desde que livres de geadas. O tomate, ao contrário do que se costuma dizer, não é uma cultura especialmente visada por pragas e doenças, como se tivesse uma natureza fraca ou maldição divina. É apenas uma planta endêmica das montanhas e planaltos frescos e secos. Seu cultivo forçado sob elevada umidade relativa do ar e seu emprego corrente como hortaliça ao longo de todo o ano são filhos da era dos venenos agrícolas. Antes dela, o tomate era apenas mais uma dentre as diversas hortaliças que se sucediam ao longo do ano, da qual saborosos molhos podiam ser preparados e conservados para tempero ao longo do ano.

O cultivo da batatinha na primavera úmida dos planaltos do Sul e Sudeste do Brasil cria situações muito instáveis, mantidas ao custo da dependência de agrotóxicos e da contaminação dos produtores, do meio ambiente e dos consumidores. Essas considerações conduzem à questão de se não é possível produzir organicamente batatinha nesses planaltos de primavera úmida. Numa visão pontual e de curto prazo, essa questão é plena de sentido. Contudo, numa visão mais ampla, na perspectiva de criação de uma agricultura ambientalmente mais correta e de reforço da segurança alimentar, ela não faz sentido algum. Nessa perspectiva ampla, em face de tantas tuberosas de melhor adaptação ao meio brasileiro, tais como a mandioca, a batata-doce, os inhames, os carás, os mangaritos, etc., a questão que se coloca é como orientar o consumidor a substituir um produto de adaptação forçada por outros ambientalmente mais corretos.

A relação sociocultural dos brasileiros com as plantas desse centro de origem,

como com relação ao Sudeste da Ásia, é marcada pelo preconceito, estigmatizando esses produtos como de alguma forma inferiores, com algumas exceções. Dentre elas, destacam-se a mandioquinha salsa, muito apreciada para a alimentação infantil, e a batatinha; esta porque se naturalizou européia, inclusive no nome de batata inglesa. Mesmo o feijão comum, prato básico do nosso cotidiano, é veladamente tido como inferior. Isso se revela, por exemplo, no fato de seu consumo decrescer à medida que se sobe na pirâmide social brasileira.

Outro exemplo é o desprezo ao milho. Embora seja prato básico das populações andinas e centro-americanas, no Brasil, para usar as palavras de Cora Coralina, é considerado "alimento de brutos e de animais de carga". De forma semelhante, as abóboras são tidas por alimento de suínos, a despeito de seu elevado valor nutritivo, como fontes de vitamina A e de metionina. Sintomaticamente, a *Cucurbita pepo*, espécie que melhor se adaptou à Europa, e conhecida no Brasil como abobrinha italiana, é tida em melhor conceito, aparecendo inclusive em restaurantes sofisticados, com o nome de *zucchini*.

Algumas culturas importantes de áreas fora dos centros de Vavilov

A sistematização dos conhecimentos sobre as regiões de origem das culturas agrícolas teve um grande alcance, mas, naturalmente, não abrangeu a totalidade das plantas cultivadas. De fato, algumas das plantas de maior importância para a agricultura tropical ficam fora dos centros de origem de Vavilov. Por isso, essas plantas são brevemente focalizadas a seguir.

Mandioca

Muito provavelmente é originária do Brasil, onde seus parentes silvestres vegetam nas clareiras abertas na mata, especialmente na interface com a floresta. Evoluída em solos ácidos e lixiviados, a mandioca apresenta mecanismos de convivência com esse tipo de estresse, raramente respondendo à adubação, em termos de produção de raízes. É conhecida sua associação com micorrizas para expandir a área de absorção de fósforo e recentemente foram isoladas de suas hastes cepas de bactérias que fixam nitrogênio atmosférico.

Quando os portugueses chegaram ao Brasil, ela formava a base energética das dietas de todos os grupos indígenas do litoral e da maioria dos do interior. Nos solos pobres e lixiviados do trópico úmido, nenhuma cultura tropical produz mais energia alimentar por unidade de trabalho investido e de área cultivada do que a mandioca, desde que haja uma estação quente e úmida de pelo menos 6 a 8 meses. Essa era a razão biológica do predomínio da mandioca.

De fato, os grupos indígenas do semi-árido cultivavam mais o milho, cujo ciclo de produção mais rápido se encaixava melhor à curta estação chuvosa do sertão. Similarmente, os índios dos planaltos do Sul, em função do verão mais curto, também substituíam a mandioca pelo milho. Esse padrão de distribuição entre a mandioca e

o milho continuou com a colonização e sobrevive até a atualidade.

Levada pelos portugueses à África, a mandioca desbancou o inhame (*Dioscorea*), tuberosa de origem africana com necessidades climáticas semelhantes, mas que exige mais trabalho, mais fertilização e produz menos por unidade de área. A tecnologia de eliminação do ácido cianídrico da mandioca foi levada à África, onde ela é processada em um produto semelhante à farinha de mandioca, chamado de *gári* na Nigéria. Contudo, esse processo ainda não foi inteiramente internalizado na cultura alimentar africana, lá eventualmente se registrando intoxicações por mandioca, fato extremamente raro no Brasil.

Não fosse a farta documentação histórica, fato raro no passado das plantas cultivadas, a mandioca passaria por cultura do centro de origem do Sudeste da Ásia em face de suas características tipicamente de baixa altitude. Isso pode ser bem apreciado pelo fato de a Tailândia ser o maior exportador mundial de raspas de mandioca. No Oriente, a utilização da mandioca na alimentação humana não foi bem assimilada, sendo a cultura associada ao arraçoamento animal.

Em termos de zoneamento macro dos sistemas orgânicos no Brasil, permanece válido o delineamento de áreas obedecido pelos índios, convindo atribuir um papel secundário à mandioca onde o período quente e úmido é inferior a 6 meses. Nessas condições, a batata-doce, a seguir tratada, é mais indicada como tuberosa.

A atitude brasileira mais usual diante da mandioca é ambígua, embora nitidamente eivada do preconceito do colonizador europeu. Como cultura para consumo eventual, é tida como saborosa especialidade, tanto *in natura* como processada em farinha. No entanto, o consumo diário e em grande quantidade é associado à inferioridade social. Sem dúvida, outro importante preconceito a superar.

Batata-doce

Como a mandioca, a origem provável da batata-doce é o Brasil, onde se encontra considerável quantidade de parentes silvestres. Comparativamente à mandioca, a batata-doce está a caminho do subtrópico, embora ainda tropical. A batata-doce exige temperatura e umidade elevadas para um bom desenvolvimento vegetativo, mas menos chuvas e temperaturas mais baixas para a tuberização. Por isso, os cultivos próximos à linha do trópico produzem melhor do que aqueles próximos ao equador.

Ainda em tempos pré-colombianos, a batata-doce se difundiu pela América tropical, e foi uma das plantas levadas por Colombo à Rainha Isabel de Castela, no regresso de sua primeira viagem. Posteriormente foi levada à África e à Ásia, onde se tornou mais importante como componente dos sistemas agrícolas do que na sua região de origem. Atualmente, a batata-doce é uma cultura pantropical, de larga utilização na alimentação humana e de suínos. Especula-se que teria sido levada através do Pacífico da América à Nova Zelândia, em época anterior às grandes nave-

gações, posto que era o alimento básico dos Maoris à época da chegada dos europeus.

Em face de sua menor exigência térmica, comparativamente à mandioca, a batata-doce produz boas safras mesmo nas alturas subtropicais do Planalto Meridional Brasileiro, como nos Campos de Palmas e de Guarapuava, na casa de 1.000m de altitude, abaixo do paralelo 24º de latitude Sul. Vale também a menção de que, mesmo nessas alturas consideradas boa região para a batatinha, a batata-doce produz sem dificuldade safras boas e confiáveis, enquanto a batatinha produz boas safras apenas ao custo de pesadas doses de insumos químicos, e com risco de insucesso sensivelmente mais elevado. De novo, esses fatos resultam da história evolutiva dessas plantas: a batata-doce evoluiu em atmosfera úmida, enquanto a batatinha evoluiu em atmosfera seca, e a região em questão apresenta umidade relativa elevada ao longo de quase todo o ano.

Café

Em nível mundial, nenhuma cultura é tão associada ao Brasil quanto o café. Originário dos planaltos da Etiópia e sul do Sudão, o café *Coffea arabica* é ali uma planta do sub-bosque das florestas de altitude. O clima é ameno, bem suprido de chuvas, mas com período seco pronunciado. Esse padrão climático é semelhante ao de certas áreas montanhosas da América Central, não excessivamente secas como na costa do Pacífico nem excessivamente úmidas como na costa do Atlântico.

A difusão do café foi uma conseqüência tardia da expansão árabe, ocorrendo apenas nos três últimos séculos. Como outras plantas tropicais de altitude, o café é prejudicado pela geada e também por temperaturas muito elevadas. Sendo planta de sub-bosque, atinge seu pico de fotossíntese à meia sombra, podendo inclusive ser prejudicado pela luz plena. Evolutivamente, desenvolveu mecanismos de ajustar a produção de frutos à quantidade de luz disponível no seu ambiente de meia sombra, aumentando ou diminuindo a produção de frutos de acordo com a intensidade de luz. O principal desses mecanismos é o controle do número de flores, cuja diferenciação é induzida pela luz.

O cultivo de café expandiu-se no mundo apenas no século XIX, especialmente na segunda metade, tornando-se o Brasil seu principal produtor e o café sua principal riqueza no Segundo Império. O amenização do calor tropical, operada na sua região de origem pela altitude, foi no Brasil auxiliada pela latitude, tornando o sombreamento supostamente desnecessário. À plena luz, o cafeeiro produz safras recordes, nunca reproduzidas à meia sombra.

Contudo, considerando não apenas a produção máxima, mas também outros aspectos desejáveis no cultivo, tais como a sanidade, a longevidade, a atenuação da bienalidade e a prevenção contra a morte por esgotamento, a meia sombra, como na sua origem, é de todo preferível. Experimentos conduzidos no IAPAR demonstram um efeito benéfico da arborização também na proteção contra geadas, devido ao efeito

tampão da copada das árvores altas sobre as temperaturas extremas, altas ou baixas.

No Paraná, atualmente, tem-se preferido falar em arborização do cafezal, em lugar de sombreamento, pretendendo-se com essa mudança de termos indicar que o objetivo é alcançar apenas uma retenção de luz menor pela copada das árvores. Na opinião de Ângelo Paes de Camargo, um dos maiores especialistas em café no Brasil, a retenção ao redor de 30% seria o ideal. Uma vez que a maioria dos cafezais orgânicos no país está a pleno sol, esse é um aspecto à espera de aprimoramento.

Leguminosas fixadoras de nitrogênio

As plantas fixadoras de nitrogênio atmosférico são um dos pilares da produção orgânica, posto que, depois do carbono, do hidrogênio e do oxigênio, o nitrogênio é o elemento mais demandado para a formação de biomassa. Como o hidrogênio e o oxigênio da biomassa vêm da água, e o carbono vem do CO_2 do ar, o nitrogênio acaba sendo o elemento ao qual as plantas em geral apresentam maior resposta, superada apenas pela resposta à água.

Dentre os sistemas fixadores de nitrogênio em terras bem drenadas, a simbiose de rizóbios com leguminosas é, por assim dizer, aquele melhor domesticado e de mais ampla utilização. Há grande diversidade de leguminosas fixadoras de nitrogênio, desde plantas rasteiras até árvores frondosas. Contudo, todas compartilham o fato de viverem em ambientes deficientes nesse nutriente, e justamente por essa razão dedicam parte da biomassa que sintetizam a nutrir as bactérias fixadoras em suas raízes.

Em termos do processo de desenvolvimento da cobertura vegetal, a maioria das leguminosas fixadoras de N se desenvolve nas fases iniciais da sucessão, estando por isso no grupo das plantas pioneiras. O nitrogênio fixado em suas raízes é utilizado na produção de biomassa vegetal. Essa biomassa, retornando ao solo, propicia o desenvolvimento de plantas com maior vigor vegetativo, que dão seqüência ao processo, ao longo do qual vai decrescendo a necessidade de leguminosas fixadoras. Em paralelo, vai crescendo a necessidade de eficiência na reciclagem de nutrientes e de competitividade por luz.

Em ecossistemas naturais onde as perdas de nitrogênio são constantes, como nos cerrados, a manutenção da vegetação exige uma entrada correspondente desse elemento. Por isso, tais ecossistemas precisam manter uma considerável população de leguminosas fixadoras, daí a diversidade e expressão numérica dessa família nos cerrados. Similarmente, quase a totalidade dos ecossistemas agrícolas apresenta consideráveis perdas de nitrogênio, de modo que as leguminosas se tornam indispensáveis à manutenção da sua produtividade.

As combinações de leguminosas com outras plantas operadas pela própria natureza podem ser observadas em inúmeras situações dentro dos ecossistemas agrícolas. Por exemplo, em pastos implantados com gramíneas, à medida que a gramínea perde

vigor ao longo dos anos, vai aumentando a população de leguminosas, como os trevos, pega-pega, estilosantes e várias outras, dependendo da região climática e do tipo de solo. Dentro de um mesmo pasto, claramente identificam-se as reboleiras da leguminosa surgindo nas manchas de grama menos vigorosa. À medida que a leguminosa se desenvolve e melhora o status de nitrogênio da área, a gramínea tende a retomar a dianteira, posto que é mais competitiva por luz, fazendo diminuir a população da leguminosa. A mesma redução de leguminosas pode ser observada em pastos após a aplicação de um fertilizante rico em nitrogênio.

Convém ter sempre em mente algumas decorrências da condição de plantas pioneiras da maioria das leguminosas fixadoras de N. Posto que evoluíram para ocupar terrenos pobres em N, a maioria das leguminosas é pouco competitiva por luz, e exige sol pleno para uma fixação ativa. Noutras palavras, precisam de controle de ervas no início do ciclo e praticamente nada fixam à sombra. Outra decorrência é a rápida seleção de organismos antagônicos específicos, logo observados quando se faz seu cultivo sucessivo no mesmo terreno. Por exemplo, as crotalárias já no segundo ano costumam ser atacadas pela fusariose, cuja manifestação é, no entanto, raríssima no primeiro ano.

Em termos de região de origem, as leguminosas são encontradas em quase todo o planeta. Do ponto de vista de sua utilização nos sistemas agrícolas brasileiros, geralmente elas são agrupadas como de verão, de inverno e arbóreas. Em sua maioria, as leguminosas de verão são de origem tropical e toleram a acidez e o alumínio e manganês tóxicos que lhe são associados. Normalmente nodulam bem com cepas de rizóbios nativas dos solos brasileiros.

Como regra, o florescimento das leguminosas de verão é induzido pelo encurtamento dos dias, de modo que plantios tardios sofrem considerável redução na produção de biomassa e na fixação de nitrogênio, devido ao rápido florescimento. De maneira geral, são muito prejudicadas pelo frio, especialmente o frio úmido, e pelo encharcamento. Dentre as leguminosas de verão, as mais usuais e que se enquadram perfeitamente nessa descrição são o guandu, as crotalárias e as mucunas.

As leguminosas de inverno mais usuais no Brasil são plantas dos centros de origem do Mediterrâneo-Sudoeste da Ásia e das Cordilheiras Americanas. Do Mediterrâneo-Sudoeste da Ásia são os tremoços branco e amarelo, as ervilhacas, a serradela, a ervilha forrageira, o chícharo, etc. Da parte mais ao Sul do centro de origem andino vem o tremoço azul. A estação de crescimento das plantas do Mediterrâneo lá é basicamente a primavera; para o tremoço azul é a estação das chuvas da Cordilheira seca.

A adaptação dessas leguminosas ao inverno do trópico e do sub-trópico brasileiros deixa a desejar, por razões semelhantes às das culturas alimentícias dessas mesmas regiões. Há problemas ligados à acidez e pobreza química do solo; problemas ligados à temperatura elevada associada à seca ou ainda excesso de umidade; isso tudo associado a e/ou traduzido em problemas fitossanitários. Por essas razões, a

utilização continuada e sustentável de leguminosas de inverno nos sistemas orgânicos tem sido difícil, havendo aí um campo aberto à investigação agrícola de novas espécies.

Uma exceção a essa regra são as ervilhacas nas áreas de inverno chuvoso e frio no Sul do país, que produzem bem mesmo em solos relativamente pobres, tornando-se espontâneas. Contudo, em face do seu padrão de crescimento, mais exato seria classificá-las como plantas de primavera, pois que é então que se dá seu maior desenvolvimento vegetativo e sua reprodução.

As leguminosas arbóreas fixadoras de N no Brasil constituem um capítulo relativamente novo nas discussões sobre a produção agrícola, embora estejam presentes nos sistemas agrícolas brasileiros desde as mais remotas eras. O número dessas espécies se conta em muitas dezenas, havendo grande diversidade regional. Além da fixação ativa e do porte arbóreo ou arbustivo, elas têm em comum o fato de serem pioneiras. Em cada região, os agricultores orgânicos podem selecionar as espécies que melhor se ajustem às suas prioridades, posto que muitas delas podem ter uso múltiplo, tais como lenha, serraria, uso apícola, alimentação animal, paisagismo, etc.

Uma das árvores fixadoras de uso mais versátil em voga na atualidade é a *Leucaena leucocephala*. Como outras plantas de solos de origem vulcânica, exige bom suprimento de nutrientes minerais no solo, embora não seja especialmente afetada pela acidez. Assim, essa leucena é especialmente indicada para terras de relativa fertilidade, quentes e úmidas, sendo prejudicada tanto pela geada como por seca prolongada. Apesar de suas qualidades, que merecem ser exploradas, há que não se esquecer o aproveitamento da grande diversidade de árvores nativas, para incremento da biodiversidade e assim da estabilidade dos sistemas agrícolas. Essa preocupação, às vezes considerada extremista, começa a mostrar sua pertinência também quanto a leucena, já se constatando a entrada no Brasil do *Psilidium*, uma séria praga dessa espécie.

Como plantas pioneiras, as leguminosas arbustivas e arbóreas brasileiras têm uma vida curta, preparando o terreno para espécies mais longevas das fases seguintes, a caminho do clímax florestal. Contudo, há que se considerar que sua vida é curta em relação às espécies que as sucedem, mas sua duração em anos pode ser considerável. A bracatinga (*Mimosa scabrella*), pioneira das terras altas e frias do Sul do país, chega a uma década, já a gurucaia (*Parapiptadenia rigida*), das terras mais baixas, de encostas pedregosas e desnudadas, vive várias décadas.

O ambiente sentido pela planta: um pouco de fisiologia vegetal

Para sua sobrevivência, as plantas desenvolveram modos de convivência com todos os fatores do seu ambiente. Dentre eles, alguns são indispensáveis à planta por atenderem às exigências primárias da fotossíntese e da respiração, a saber: a

água, a luz, o ar, a temperatura e os nutrientes minerais. São os fatores essenciais da vida. Na fisiologia vegetal, o metabolismo ligado à fotossíntese e à respiração é chamado de primário, justamente por se referir à base da nutrição das plantas. Esses mecanismos são essencialmente os mesmos na grande maioria das espécies vegetais, sejam elas ervas rasteiras como a batata-doce, arbustos como a azaléia ou árvores estupendas como a peroba.

Contudo, há uma infinidade de fatores que não se ligam à alimentação, mas a outros atributos necessários à sobrevivência. Nenhuma planta evoluiu sozinha. Pelo contrário, as plantas evoluíram circundadas por outros organismos, incluindo animais, grandes e pequenos, microrganismos e outros vegetais. Mais exatamente, em cada ambiente, todos esses organismos coevoluíram, desenvolvendo várias formas de interação. As sementes de várias plantas apenas germinam depois de passarem pelo trato digestivo de animais. Sem as bactérias fixadoras de nitrogênio, as leguminosas perderiam sua capacidade de colonizar solos pobres.

Os mecanismos de convivência com cada um desses outros organismos, ou com fatores de estresse abiótico, são todos partes integrantes e essenciais de cada planta. Na fisiologia vegetal, o conjunto de tais mecanismos é chamado de metabolismo secundário. É esse metabolismo secundário que faz diferentes a peroba, a batata-doce e a azaléia. Fruto do metabolismo secundário são os aromas, propriedades medicinais, princípios tóxicos, resinas, ceras, corantes, enfim, tudo que não seja diretamente ligado à nutrição. Assim, qualquer espécie focalizada reúne muito mais do que simplesmente fotossíntese e nutrição mineral.

Como o metabolismo secundário se desenvolve para responder aos fatores de estresse do ambiente, quando as condições são otimizadas para a nutrição há uma diminuição do metabolismo secundário. Por exemplo, plantas aromáticas tendem a perder o aroma se pesadamente adubadas e irrigadas, fato análogo ocorrendo com vários princípios medicinais. A manifestação plena do metabolismo secundário de uma planta necessita do ambiente pleno de sua origem.

Por isso, uma planta em hidroponia não é uma planta por inteiro, nem pode ser uma planta normal, assim como uma pessoa mantida a base de nutrição endovenosa num hospital não está vivendo, mas apenas sobrevivendo. Talvez o problema mais sério no pensamento agrícola moderno é que essas condições mínimas de sobrevivência em ambiente artificial têm sido extrapoladas para o mundo real dos campos e lavouras. Como o mundo real apresenta elementos que estavam fora de consideração, esses elementos se transformam em problemas, tornando as lavouras frágeis e dependentes de insumos não naturais.

O objetivo desse item é focalizar a planta em seu ambiente real, tratando particularizadamente os elementos mais importantes desse ambiente, sob a ótica de sua exploração em sistemas de agricultura ecológica.

Luz

O ser vegetal se realiza na luz. As folhas crescem e se expandem como peneiras a captar luz. Mesmo os vegetais aquáticos se estruturam para receber luz. A capacidade de captar a luz e conduzir sua energia para a formação de elementos estruturais e funcionais é o que garante aos vegetais a condição de autotróficos[2].

Assim, é natural que as plantas tenham desenvolvido a capacidade de identificar a qualidade e a intensidade da luz. Essa qualidade muda ao longo do dia, segundo a latitude e a altitude. Ao longo do ano, altera-se o comprimento dos dias (e das noites). Num ambiente de floresta, muda também o tipo e a intensidade da luz à medida que se desce do topo das árvores mais altas às plantas que vivem diretamente no solo.

Cada planta, da mesma maneira que pede as condições de solo de sua origem, também pede as condições de luz. Para muitas plantas, essa especificidade não parece importante. Para outras, no entanto, ela é indispensável à indução floral, bulbificação e outros processos. O feijão-guandu não frutifica enquanto os dias não encurtarem; a cebola não bulbifica enquanto os dias não estiverem longos o suficiente.

Como as variações cíclicas da luz ao longo das estações do ano ocorrem simultaneamente às variações na temperatura, é usual esses dois fatores atuarem associados sobre o desenvolvimento das plantas. Contudo, como a variação da luz está ligada ao movimento de translação da Terra, sua reprodução ao longo dos anos é mais confiável como indutor de processos biológicos do que a temperatura.

Por sua essencialidade, a luz é sempre objeto de competição acirrada. Exceto nos desertos, a competição pela luz é a mais renhida de todas as formas de concorrência do reino vegetal. Nas florestas, o crescimento fortemente verticalizado e estratificado reflete essa competição, e ao mesmo tempo define o nicho que cada espécie evoluiu para ocupar.

Normalmente, a planta que toma a dianteira na captação da luz acaba tendo maior capacidade de investir no sistema radicular. Ampliando-se as raízes, cresce sua capacidade de extração de água e nutrientes, o que reforça sua posição dominante. Uma espécie tende a ser tanto mais bem sucedida quanto melhor possa utilizar a luz disponível no seu nicho.

Muitas plantas de sementes pequenas desenvolveram a necessidade de luz para germinar, posto que luz incidente indica espaço disponível para crescimento. Essa necessidade de luz impede também que a semente germine sob espessa camada de solo, a qual ela não poderia romper devido ao seu tamanho diminuto. A necessidade de luz para desencadear a germinação é observada, por exemplo, na alface, no almeirão e num grande número de plantas invasoras. Em terrenos desnudos, no início do

---

2 Embora haja seres heterotróficos dentro do reino vegetal, os termos planta ou ser vegetal neste texto se referem sempre às plantas verdes, cuja produção de biomassa a partir da luz é a matéria-prima de todo o mundo vivo.

ciclo das culturas, essas plantas apresentam rápida arrancada, podendo sobrepujar a cultura.

Dentro de certos limites, as plantas apresentam capacidade de adaptação a diferentes intensidades de luz. Sob intensidade luminosa maior que a de sua origem, geralmente acompanhada de temperaturas elevadas, as plantas tendem a reduzir o limbo foliar e o comprimento dos internódios. Um interessante caso é observado em alguns cafés tidos como baixos a sol, mas que sombreados ficam de tamanho normal. O excesso de luz em relação à usual no seu ambiente de origem leva as plantas a perderem parte dos produtos de fotossíntese, fenômeno chamado de fotorrespiração.

Muito freqüente é a necessidade de adaptação ao sombreamento parcial por outras plantas. No caso de plantas com hastes verticais, há um alongamento mais rápido das hastes, tentando chegar à luz. Esse alongamento tende a ser acompanhado de reduzida expansão das folhas, interpretada como mecanismo de poupar energia. Tal comportamento é muito visível, por exemplo, no guandu nas entrelinhas do milho e no alongamento de hastes de trepadeiras em busca de luz, como as mucunas e várias cordas-de-viola (*Ipomoea*).

No caso de plantas que não desenvolvem caule vertical, o sombreamento leva a um alongamento dos pecíolos, na tentativa de elevar o limbo foliar o mais alto possível. Quando se trata de plantas sem caule e sem possibilidade de expandir significativamente o pecíolo, tende a haver uma expansão do limbo foliar. A folha se expande na tentativa de compensar a menor disponibilidade de luz com o aumento da área de captação.

Plantas cuja parte visada são órgãos de reserva, como a cenoura, a beterraba e a batata-doce, têm sua produção muito prejudicada pelo sombreamento. Embora aparentando maior vigor vegetativo pela maior expansão do limbo foliar, sem luz suficiente, falta-lhes a matéria-prima essencial à síntese de compostos energéticos, não se desenvolvendo os órgãos de reserva.

Essas particularidades da reação ao sombreamento são muito importantes, porque indicam as possibilidades de consorciação, o que é um ponto central para o aproveitamento eficiente da luz. Por outro lado, em plantas de sombra ou meia sombra, o excesso de luz tende a causar desequilíbrios no metabolismo da planta, refletidos em safras oscilantes, como ocorre freqüentemente no café.

Temperatura

No reino vegetal, dentro dos limites possíveis, as espécies se adaptaram às flutuações de temperatura do seu local de origem. Plantas de clima tropical têm um ótimo de temperatura muito acima das de clima temperado. Em ambientes que parte do ano estão sujeitos a temperaturas desfavoráveis (neve, fogo), a resposta evolutiva usual é a parada metabólica, até que as

condições favoráveis retornem.

As raízes também são sensíveis às temperaturas extremas, sendo a faixa de temperatura ideal mais estreita que a da parte aérea. A elevação da temperatura do solo além dessa faixa induz respiração excessiva nas raízes, podendo levar à produção de metabólitos tóxicos. Esses processos reduzem a capacidade de absorção de nutrientes, tornando as plantas mais suscetíveis a deficiências nutricionais.

Acima do ponto de congelamento, mas abaixo da faixa ideal, o enraizamento é pobre porque o metabolismo celular é lento. A delonga na superação da fase de alongamento aumenta a oportunidade de infecção por patógenos de solo, de maneira análoga à das doenças de tombamento.

Nas nossas condições, os problemas com temperaturas excessivas são bastante freqüentes. O aquecimento da camada superficial do solo acelera sua perda de água, levando-o ao secamento e à conseqüente morte das raízes na camada atingida. O raizame é forçado a aprofundar-se, o que apresenta algumas vantagens. Contudo, a perda das raízes na camada mais superficial prejudica o aproveitamento dos nutrientes que aí se concentram. A cobertura, morta ou viva, cumpre importante papel na diminuição dos extremos térmicos na superfície.

A intensidade e o tipo de resposta das culturas à temperatura varia de acordo com o padrão de flutuação da temperatura na região de origem. Para as culturas de clima temperado ou mediterrâneo, temperatura baixa ou amena significa fase vegetativa. Altas temperaturas indicam a chegada do verão e a necessidade de formar as sementes para resistir ao inverno vindouro. Para essas plantas, temperaturas elevadas tendem a estar associadas aos dias longos.

Para as plantas de clima tipicamente tropical, em que o período quente coincide com o chuvoso, a elevação da temperatura é indício de fase vegetativa. Quando as temperaturas começam a declinar, é hora de acelerar a produção das formas de resistência, sejam sementes ou órgãos de reserva.

Quando cultivadas fora de seu clima de origem, as plantas conservam esse mesmo padrão de resposta. Para culturas de climas temperados, cultivadas em condições tropicais, temperaturas elevadas apressam o ciclo, em prejuízo da produção. Folhosas, como o almeirão, a chicória e a alface, têm suas folhas ou cabeças reduzidas e emitem pendão. Inversamente, para as espécies de climas tropicais, como a batata-doce e os carás, as altas temperaturas estimulam a vegetação, enquanto as baixas favorecem o desenvolvimento dos órgãos de reserva.

Ao longo dos séculos, a seleção automática tem operado modificações nas faixas ótimas de temperatura. Considerando-se as espécies que apresentam variedades para climas temperados e tropicais, as diferenças das temperaturas ótimas pode atingir 10ºC. O melhoramento genético sistemático nos cultivos de clima temperado tem produzido variedades mais adequadas às temperaturas ele-

vadas. Contudo, mesmo essas variedades tendem a apresentar outros problemas, tais como maior susceptibilidade a pragas e doenças e menor qualidade do produto final, resolvidos nos cultivos convencionais com adubos químicos e venenos.

Esses problemas resultam de o verão tropical não apresentar apenas temperaturas elevadas, mas um conjunto de fatores bióticos e abióticos próprios. Cada um desses fatores exige um mecanismo de convivência por parte da planta. Por essa razão, o cultivo de variedades de verão de hortaliças de clima temperado deve ser sempre muito cauteloso nas hortas orgânicas.

As perdas ou problemas por baixas temperaturas são menos freqüentes no Brasil. Uma exceção é a queima de café por geada, um problema extremamente importante e que, dentro de certos limites, pode ser contornado. A cobertura arbórea do cafezal realiza um tamponamento da temperatura, diminuindo tanto os extremos altos quanto os baixos, mas a produção pode ser algo mais baixa. Trata-se de escolher entre a estabilidade de uma produção um pouco mais baixa ou produções mais altas com maior risco de geada.

Água

Para as plantas, a água é o meio em que ocorrem todas as suas reações vitais, é o veículo de transporte interno de seiva bruta e elaborada, e é ainda matéria-prima da fotossíntese. A turgescência e a expansão celular para o crescimento das plantas resultam da pressão que a água no citoplasma exerce sobre as paredes celulares. O maior consumo de água nas plantas está ligado à transpiração, que traciona o fluxo de nutrientes das raízes para as folhas e mantém os estômatos abertos para trocas gasosas.

Assim, onde a água é escassa, é natural que as plantas tenham moldado seu desenvolvimento à disponibilidade de água. Nas regiões semi-áridas e áridas, a presença da água detona rapidamente a germinação das sementes das espécies de ciclo curto e a brotação das perenes. Nessas condições, plantas que não pudessem responder prontamente à água sucumbiriam no processo evolutivo.

Para as plantas das regiões temperadas e tropicais onde a água não é tão limitante, seu papel na determinação dos ciclos é complementar. Em geral, a água condiciona o momento de germinação, mas tende a ser menos importante na determinação da fase reprodutiva ou de acúmulo de reservas.

O excesso de água é prejudicial à maioria das espécies de interesse agrícola. Quando a água ocupa todos os poros do solo, falta oxigênio às raízes, entrando em colapso a absorção de nutrientes e da própria água. A deficiência hídrica leve reduz a expansão foliar e estimula seu endurecimento, sendo por isso muito prejudicial às hortaliças folhosas.

Sob deficiência hídrica mais severa, as plantas fecham os estômatos para não

secarem. Entretanto, o fechamento dos estômatos bloqueia a entrada de gás carbônico para a fotossíntese, tendo como conseqüência queda na produção. O custo de se proteger do dessecamento é a diminuição da produção. No entanto, períodos de leve deficiência hídrica estimulam o aprofundamento do sistema radicular e estão dentro da previsão evolutiva da maioria das culturas agrícolas.

A forma mais usual de se suprir água é através da irrigação. Para a grande maioria das culturas, cultivadas em padrão climático semelhante ao de sua origem, a irrigação costuma ser dispensável. Não raro, a irrigação induz um maior vigor vegetativo, e eventualmente maior produção, mas também aumenta o risco de ataque de pragas e doenças. Perímetros irrigados, após um período de esplendorosa produção, costumam apresentar problemas tais como salinização, pragas e doenças de solo e deterioração física dos terrenos.

Outro efeito da água sobre as plantas é o rebaixamento da temperatura do limbo causado pela precipitação, tanto pelo contato com a massa de água mais fria como pela evaporação subseqüente da água retida na folhagem, num efeito semelhante ao dos filtros d'água de cerâmica porosa usuais nos lares do Brasil. Para evaporar, a água retira calor da superfície com a qual está em contato, rebaixando-lhe a temperatura. Esse efeito é aproveitado no cultivo de hortaliças de clima ameno sujeitas a períodos de temperatura excessiva, aspergindo-se pequenas quantidades de água para refrescamento do limbo foliar.

Para as plantas, as precipitações são também um veículo de disseminação ou favorecimento de doenças, especialmente daquelas que atacam as folhas. Os esporos de muitos agentes fitopatogênicos se desenvolvem inicialmente no filme d'água sobre o limbo foliar, penetrando mais tarde no seu interior. Na irrigação de cultivos em que tais problemas são severos, convém evitar a aspersão.

Além dos aspectos de importância para os vegetais, um problema de especial relevância para a saúde humana é a qualidade da água. Hortaliças para consumo fresco tendem a ser produzidas próximas dos centros consumidores, onde são irrigadas freqüentemente com águas contaminadas com esgotos domésticos e/ou efluentes industriais. O produtor orgânico precisa estar atento a isso, de forma a proteger seus consumidores e seu negócio da contaminação e de contribuir para a despoluição e proteção das águas.

Ar

Para as plantas, o ar é primariamente o repositório do CO_2 utilizado na fotossíntese e do O_2 indispensável à respiração. Além disso, o ar é o destino do vapor d'água, que traciona o movimento ascendente de seiva no corpo da planta.

Quantitativamente, o nitrogênio gasoso é o maior constituinte do ar, respondendo por cerca de quatro quintos do seu volume. Praticamente inerte, o N_2 é inaproveitável pela maioria das plantas. Algumas espécies conseguem aproveitá-lo através da

associação com microrganismos fixadores. Dentre elas, sobressai em termos de utilização agrícola o grupo das leguminosas, já comentadas em seção precedente.

Na parte aérea das plantas, o oxigênio não é elemento limitante ao desenvolvimento vegetal. Dentro das células do limbo foliar, ele é constantemente produzido como resultado da fotossíntese. Contudo, nas condições de cultivo, não é rara a falta de oxigênio ao nível das raízes. Após uma chuva que tenha ocupado todo o espaço poroso do solo, o ar fresco da atmosfera vai penetrando no solo à medida que a água vai sendo drenada. Esse ar é essencialmente o mesmo que envolve a parte aérea da planta.

Com o tempo, o oxigênio do ar do solo vai sendo consumido pela respiração das raízes das plantas, pelos microrganismos e pela mesofauna. Paralelamente, há uma tendência à reposição pela difusão do oxigênio da superfície. Desde que haja suficiente porosidade no solo, a reposição do oxigênio não apresenta problemas. Por sua vez, essa porosidade é mantida, sobretudo pela mesofauna, de modo que sua alimentação é sempre um fator a ser focalizado na agricultura ecológica.

Quando, por alguma razão, a renovação do ar no solo é dificultada, as células das raízes passam a obter energia por via anaeróbica, produzindo metabólitos tóxicos para a própria planta. Além disso, como a via anaeróbica é menos eficiente na geração de energia, a planta gasta muito mais fotossintetatos para realizar o mesmo trabalho. Para cada molécula de glicose consumida aerobicamente, a planta recupera 30-32 moléculas de ATP, enquanto apenas duas são recuperadas em meio anaeróbico. Assim, a planta se debilita.

Entre as razões que mais freqüentemente dificultam a reposição do oxigênio do ar do solo estão a compactação, o ataque de pragas e doenças de solo, o excesso de água e a temperatura elevada acima da previsão da planta cultivada. Cada um desses fatores precisa ser considerado para um bom desempenho da planta. Contudo, em agricultura ecológica, todos esses fatores tendem a ser automaticamente corrigidos com a escolha de plantas adaptadas e boa cobertura de solo com palhadas e plantas vivas.

O gás carbônico utilizado na fotossíntese entra nas folhas pelos estômatos, pequenos orifícios que comunicam as células do limbo foliar com o ar e que também servem para a saída da água transpirada e do oxigênio produzido. Quando a planta está perdendo mais água do que absorve, os estômatos se fecham para estancar a perda. Ao se fecharem, bloqueiam a entrada de gás carbônico, estancando também a fotossíntese. Se esses bloqueios são freqüentes, o rendimento da cultura cai. Na imagem da fábrica, são vários dias sem produção por falta de matéria-prima.

Dos elementos constitutivos do ar, um componente que merece mais atenção do que normalmente se lhe dá é o vapor d'água. Quanto mais vapor d'água na atmosfera, mais difícil se torna a transpiração, e mais intensa se torna a atividade de microrganismos na filosfera. Esses fatores tiveram de ser contornados no processo de evolução das plantas, sendo muito usual adaptações com estômatos de maior ou menor

diâmetro, segundo a condição da origem. Em plantas de atmosfera saturada, também é usual a presença de substâncias inibidoras do crescimento de microrganismos, uma resposta evolutiva de natureza química. Já plantas de atmosfera seca não costumam estar providas desse tipo de mecanismos, de modo que a elevação da umidade relativa do ar favorece o ataque de doenças.

De modo geral, quando a vegetação natural ou lavoura fecham o terreno, sob a folhagem permanece sempre um colchão de ar mais úmido. Esse colchão mais úmido também tampona a temperatura, tornando-se esse ambiente muito favorável a patógenos nas plantas suscetíveis. Esse efeito pode ser aproveitado ou evitado, de acordo com as necessidades da cultura. Para culturas de ar seco, como o tomate, pode-se abrir o espaçamento e utilizar tutoramento vertical.

Vento

De um modo geral, uma brisa suave é favorável ao desenvolvimento da maioria das plantas de interesse agrícola. A brisa renova o ar ao redor do limbo foliar, enriquecendo-o em CO_2 e dissipando o vapor d'água e o O_2 acumulados. Poucas plantas são prejudicadas por brisas suaves.

Contudo, à medida que aumenta sua velocidade, o vento passa a ser desfavorável à maioria das culturas. A retirada constante de água da filosfera pode levar à desidratação das folhas, de modo que a reação da planta é o fechamento dos estômatos, de maneira similar ao induzido pela seca. Esse efeito é ainda mais intenso em ventos secos. Ventos frios fortes são prejudiciais à maioria das culturas tropicais, chegando a causar danos similares aos das geadas.

A energia em ventos fortes traz um problema adicional, de resistência mecânica das estruturas da planta. Plantas originárias de condições em que tal problema é importante apresentam adaptações morfológicas e fisiológicas, tais como hastes flexíveis, limbo foliar longo e flexível e freqüentemente subdividido, estômatos pequenos e numerosos, pouca ou nenhuma diferenciação entre a face ventral e a dorsal das folhas. Tais características são facilmente identificáveis em várias palmáceas e gramíneas, sendo o jerivá um exemplo muito comum no Brasil.

Por outro lado, plantas originárias de situações menos sujeitas ao vento podem ser severamente prejudicadas. Um exemplo é o cacau, dos sub-bosques da floresta equatorial americana, cujos delicados pecíolos são rápida e irreversivelmente danificados pelo vento. A maior parte das culturas não é tão sensível quanto o cacau nem tão resistente quanto o jerivá, tolerando certa intensidade de vento. Contudo, quando essa intensidade é ultrapassada e ocorre acamamento, a perda pode chegar a ser total.

O vento é também o meio de transporte de pragas pequenas e esporos de várias doenças, cuja infestação vai se intensificando à medida que o ambiente se torna mais aberto.

Quando os danos ligados ao vento atingem grandes dimensões e se repetem todos

os anos, o vento é identificado como a causa do problema e medidas de controle são tomadas. Contudo, o mais usual é que haja um somatório de pequenos danos ao longo do ciclo, que raramente são identificados, mas se traduzem em perdas na produção final. Esses efeitos ficam diluídos em considerações genéricas como "ano ruim" ou "ano bom". O acamamento de lavouras é visto como obra do acaso, uma fatalidade que acomete alguns talhões.

Contudo, tanto os prejuízos visíveis, como o acamamento, quanto os invisíveis, como a perda de fotossíntese por fechamento dos estômatos, são fatos absolutamente esperados e passíveis de controle com quebra-ventos adequadamente constituídos e posicionados. Entretanto, como quebra-ventos ocupam espaço e seu efeito benéfico só pode ser sentido em períodos de observação suficientemente longos, a maioria dos agricultores parece ver neles uma perda de área cultivável.

O bom agricultor orgânico pode tirar vantagem da necessidade de quebra-ventos, aproveitando esse espaço para outras finalidades, tais como a proteção de inimigos naturais de pragas agrícolas, pasto apícola, produção de esteios e mourões, proteção do gado em tempo frio, etc.

Organismos

Qualquer organismo vive rodeado por uma miríade de outros organismos, com os quais mantém algum tipo de relação. As plantas de cultura vivem num ambiente extremamente rico em vida, e são elas mesmas constituídas de compostos carbonados, água e sais minerais, envoltos por ar. A filosfera é repleta de organismos que têm justamente nas plantas um substrato de que se alimentar. Esses organismos vão desde bactérias unicelulares até grandes animais herbívoros.

Na rizosfera, um centímetro cúbico de solo contém incontáveis organismos, desde as formas mais simples até as mais elaboradas. Como as plantas verdes são os produtores primários da natureza, a grande maioria desses organismos depende delas para se alimentar, direta ou indiretamente.

No processo evolutivo, cada planta precisou desenvolver um modo de convivência com todos e com cada um dos organismos circundantes. Desenvolveram-se compostos tóxicos como alcalóides e taninos, para evitar o consumo das folhas por herbívoros; hastes de crescimento rápido para competir por luz com outras plantas; compostos radiculares para conter o ataque às raízes por microrganismos do solo e exsudatos radiculares para atrair microrganismos benéficos. No ambiente natural, caso um único desses mecanismos falhe, a planta está ameaçada de extinção, porque esse organismo pode consumi-la.

Além dessas relações, por assim dizer, potencialmente antagônicas, várias plantas e animais desenvolveram complexos mecanismos de favorecimento mútuo, ligados à polinização, à dispersão e quebra de dormência das sementes, à defesa mútua, à

nutrição mineral e a vários outros aspectos do seu ciclo de vida.

Assim, a convivência com organismos é parte integrante e essencial da vida vegetal, de modo que, se algum organismo começa a causar danos importantes à cultura, deve haver algum problema na concepção ou no manejo do sistema agrícola. Usualmente, essa situação é observada em sistemas que reduziram drasticamente sua biodiversidade, utilizaram meios artificiais de adubação ou foram de partida mal concebidos.

Quando se cultiva uma espécie em condições muito diferentes das de sua origem, raramente ela se perde por fatores abióticos. O normal é que algum agente biótico, não previsto no processo evolutivo, tome a dianteira e destrua a planta. Os organismos, especialmente os microrganismos, agem como uma polícia sanitária da natureza, destruindo com rapidez o que está fora do zoneamento natural.

Solo

Para a maioria das plantas cultivadas, o solo é a fonte primordial de fixação da sua estrutura de captação de luz, de defesa contra o vento, de fornecimento de água e de nutrientes minerais. É ainda o espaço onde ocorre o maior número de interações bióticas, em função de sua riqueza em organismos. Ao contrário dos animais, cuja mobilidade lhes permite procurar o nicho que melhor lhes convenha, as plantas são fixas, de modo que sua interação com os fatores existentes no seu local de nascimento é muito mais íntima e complexa.

O solo é constituído de resíduos da decomposição de rochas, material orgânico em vários estágios de degradação, organismos, ar e água. Seus efeitos sobre as plantas relacionados à luz, à água, à temperatura e aos organismos já foram tratados nos itens precedentes. Tendo esses efeitos como pano de fundo, serão abordados alguns aspectos químicos do solo.

A composição de um solo virgem é o resultado da ação conjunta do clima, do relevo e dos organismos sobre a rocha que lhe deu origem. Do clima, salientam-se as precipitações, que lentamente vão lixiviando os elementos mais solúveis. No corpo do solo vão ficando compostos progressivamente mais estáveis quimicamente, mas menos ricos em nutrientes minerais e com menor capacidade de retê-los. Essa ação é mais rápida no trópico úmido, porque a temperatura e umidade elevadas favorecem o intemperismo.

Continuamente, as plantas verdes depositam seus resíduos sobre e dentro do solo. Esses resíduos são a fonte de energia que nutre a imensa diversidade de organismos do solo. Tais organismos operam a cadeia de degradação desses resíduos, que resultará ao final em água e gás carbônico.

O efeito mais importante da fase inicial dessa cadeia de degradação de resíduos é o

trabalho físico de arejamento e movimentação do solo, realizado pela mesofauna. Nessa fase, os compostos de estruturas menos resistentes são rapidamente consumidos.

Mais para o final, vão ficando os compostos mais resistentes e seus derivados, conjuntamente chamados de húmus. O húmus é o substrato de microrganismos, que lentamente processam sua decomposição. Por conferir características favoráveis ao desenvolvimento das plantas, o húmus é um elemento central na fertilidade dos solos, especialmente nas regiões tropicais úmidas e equatoriais.

A rocha de origem também condiciona fortemente as características do solo. Rochas ricas em nutrientes minerais podem originar solos ricos, mas rochas pobres sempre originam solos pobres. Os solos originários de materiais vulcânicos, tais como o basalto, o diabásio e as lavas, apresentam geralmente boa fertilidade natural. Solos derivados de arenitos são frágeis, sofrendo mais com a erosão e a lixiviação.

Do ponto de vista da planta em início de desenvolvimento, o solo é primariamente o substrato físico de apoio das raízes, e a fonte de água e nutrientes minerais. Como substrato físico, idealmente apresenta facilidade à penetração das raízes e fixação da planta. Como fonte de nutrientes, para a maioria das culturas, espera-se do solo uma boa capacidade de troca catiônica e uma saturação suficiente dessa capacidade com nutrientes. Para a capacidade de troca catiônica, contribui muito o teor de húmus.

A quantidade de nutrientes depende muito do material de origem. Os solos originários de basalto normalmente são deficientes em fósforo. Os solos derivados de sedimentos muito intemperizados são deficientes em quase todos os nutrientes.

O suprimento de nitrogênio é função do teor de matéria orgânica. A decomposição do húmus libera esse nutriente, que em condições naturais é imediatamente absorvido pela trama radicular. Enxofre e fósforo também são disponibilizados primariamente pela degradação da matéria orgânica.

Um aspecto pouco enfatizado do solo como supridor de nutrientes é que esse suprimento só se faz eficientemente em ambiente bem arejado. Por isso, o primeiro ponto a ser considerado na nutrição mineral das plantas é o fornecimento de oxigênio às raízes. Isso se alcança sobretudo alimentando a mesofauna, daí a importância atribuída à cobertura constante do solo com biomassa, como as palhadas.

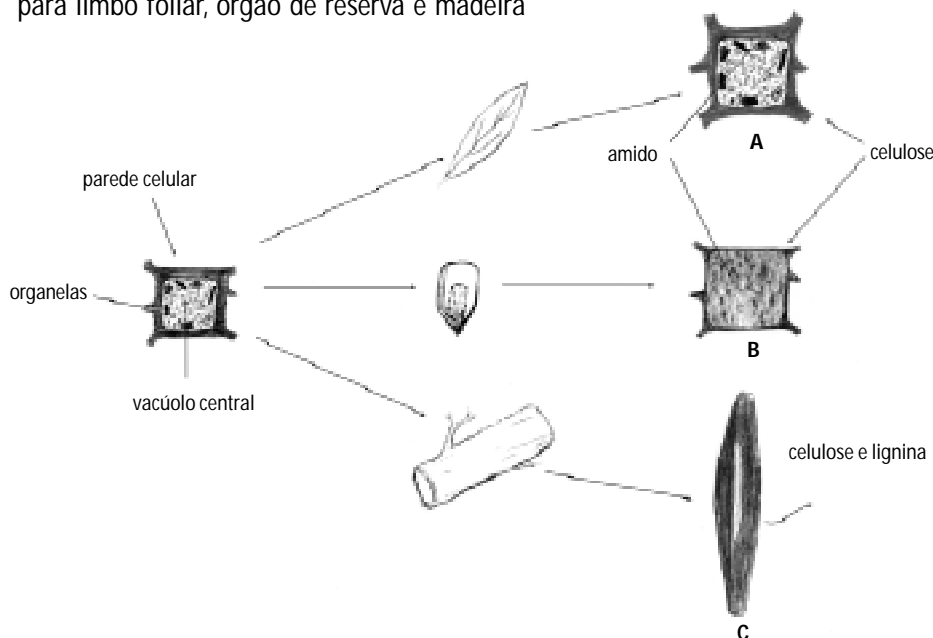
Contudo, o solo não é apenas um substrato físico e provedor de nutrientes e água. Antes de tudo, o solo é o ambiente onde se processam as mais numerosas e diversificadas reações entre organismos na biosfera. Organismos de todos os níveis de complexidade, desde os unicelulares mais simples até os mamíferos, vivem e interagem nesse meio.

Do ponto de vista das plantas, no solo se encontram patógenos, organismos que

se nutrem desses patógenos, pragas e organismos que se nutrem dessas pragas, raízes de plantas competidoras, organismos simbiontes que auxiliam na absorção de nutrientes, organismos sem influência direta, mas que causam efeitos favoráveis no arejamento do solo e outros. Para além do sistema radicular, diversos insetos e outros artrópodes que atacam a parte aérea, como também seus inimigos naturais, passam no solo uma fase de sua vida. Por essas razões, o solo também influencia as condições de sanidade das culturas.

Convém ter sempre em mente que o complexo biótico do solo exige energia para

Figura III.3

Representação de uma célula vegetal não diferenciada e das diferenciações para limbo foliar, órgão de reserva e madeira

As células do limbo foliar (A) apresentam paredes celulares relativamente espessas, organelas ativos e certa quantidade de material de reserva. O centro da célula é um grande vacúolo. As paredes são essencialmente compostas por celulose, que confere resistência mecânica às folhas. Os organelas encerram enzimas e seus cofatores, de modo que são ricos em nutrientes minerais. O material de reserva mais usual é o amido. As células de tecidos de reserva (B), como sementes e túberas, são quase totalmente tomadas por substâncias de reserva, predominantemente amido, que é armazenado em organelas expandidas chamadas de plastos. Nas células de reserva a parede celulósica é quase ausente, e os organelas são quantitativamente pouco importantes. As células diferenciadas para hastes e raízes rígidas (C) são essencialmente tubos que se interconectam para formar os vasos condutores de seiva e alçar a copada da planta. As paredes desses tubos são compostas de celulose, impregnada de lignina, que lhes confere rigidez. São praticamente desprovidas de substâncias de reserva e nutrientes minerais. As diferenças entre esses três tipos básicos têm conseqüências sobre os efeitos de cada tipo de biomassa aplicada ao terreno e sobre a qualidade dos estercos animais (ver Figura III.6).

sua manutenção e reprodução. A fonte dessa energia, como para todo o mundo vivo, é a fotossíntese. As formas primárias sob as quais essa energia se apresenta são a de tecidos radiculares no corpo do solo e tecidos mortos desprendidos da parte aérea das plantas sobre o solo. Raízes e materiais senescidos são o alimento com que a natureza nutre os organismos que vivem nas proximidades ou no corpo do solo. Numa perspectiva de sustentabilidade, esse padrão de alimentação da natureza deve ser seriamente considerado, evitando-se materiais verdes e tenros.

Diferenciações nas células vegetais

Uma célula vegetal não diferenciada é constituída por um envoltório de celulose, que por sua vez envolve a membrana celular. Dentro dessa membrana estão as organelas que realizam o metabolismo celular, e uma grande bolsa, o vacúolo central, ocupado por água, sais minerais e materiais do metabolismo. Contudo, tal célula indiferenciada existe em quantidade muito pequena no conjunto da planta e da vegetação. A maior parte do material vegetal pode ser agrupado em três padrões básicos de diferenciação: a do limbo foliar, a dos órgãos de reserva e a da madeira (Figura III.3).

Em relação à célula básica, as células do limbo foliar apresentam paredes celulares mais espessas, constituídas de celulose, para lhes garantir a necessária resistência mecânica. Os organelas são ativos, de modo que aí se encontram quantidades consideráveis de nutrientes minerais, envolvidos no complexo enzimático que realiza o metabolismo. O vacúolo central também é desenvolvido e nele está a maior parte da água que garante a turgescência da célula.

Essa célula fotossinteticamente ativa é rica em celulose, e apresenta alguma quantidade de amido, de proteínas e de sais minerais. Quando essa célula entra em senescência, a maior parte dos nutrientes minerais é translocada para outros tecidos vegetais, e praticamente não há mais amido. Os organelas são esvaziados de seu conteúdo, ficando na célula o vacúolo central e seu conteúdo aquoso.

Outro padrão de diferenciação é observado nas estruturas de reserva, dentre as quais as mais comuns são as que armazenam amido. Tomando por exemplo um grão de feijão ou uma raiz de batata-doce, observa-se que a parede celulósica é muito delgada, do ponto de vista prático quase inexistente. Quase todo o conteúdo celular é ocupado pelas organelas que acumulam amido, havendo também reservas de proteína para a futura retomada do crescimento. A quantidade de proteína varia segundo o órgão, tendendo a ser maior nas sementes do que nas raízes e tubérculos. Numa simplificação pedagógica, as células de tecidos de reserva são constituídas essencialmente de conteúdo celular, de amido.

A terceira diferenciação é a da madeira. Para estruturar a haste vertical da planta à procura de luz, a célula sofre um grande elongamento, promove um grande espessamento da parede celulósica e a impregna de lignina. O conteúdo celular é esvaziado, e as células estabelecem conexões entre si, compondo os

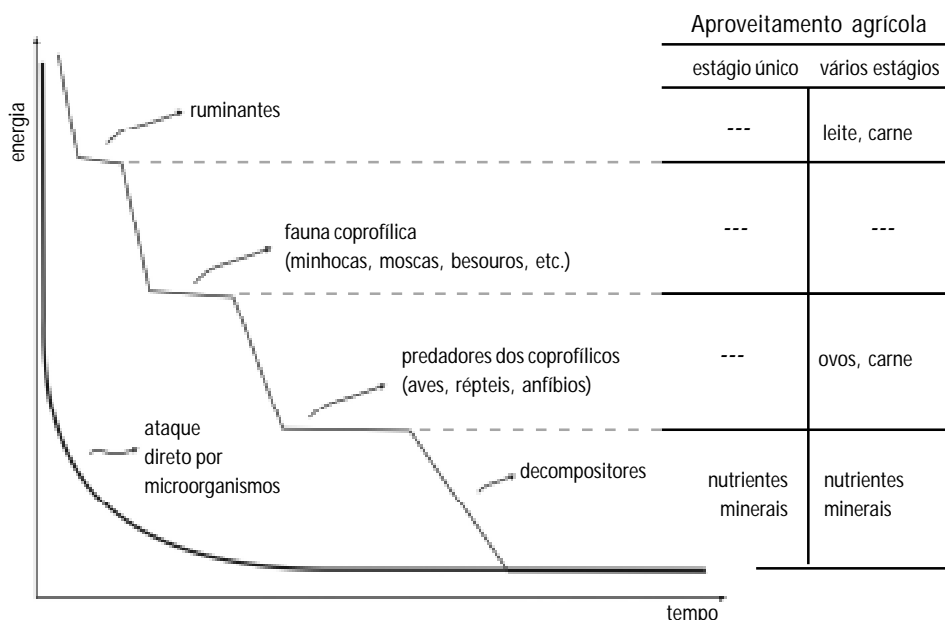
vasos que transportarão a seiva bruta e a seiva elaborada. Essas células são constituídas basicamente de celulose, lignina e outras impregnações para melhorar sua resistência mecânica e ao ataque de organismos, não havendo praticamente amido nem proteínas.

Esses três padrões de diferenciação têm conseqüências sobre a evolução da fertilidade do ecossistema, sobre a formação da matéria orgânica do solo e sobre o desenvolvimento animal, bem como sobre as propriedades dos seus excrementos.

Os animais

O ciclo da vida é mantido pela constante produção de biomassa pelas plantas e pela sua igualmente constante decomposição ou degradação pelos animais. Nesse sentido ampliado, entende-se por animal todo organismo que se coloca entre a planta verde e os produtos finais da decomposição, CO_2, H_2O e nutrientes minerais. Nessa conceituação, animal seria todo ser heterotrófico. O ciclo da vida se completa tanto se a degradação da biomassa é realizada por insetos, quanto por grandes animais ou microrganismos. Nas savanas africanas, a maior parte da herbivoria é realizada por grandes animais, enquanto nos cerrados brasileiros os insetos são os prin-

Figura III.4

Exemplo de degradação da biomassa com vários estágios ou num único

A degradação passando por várias fases permite melhor utilização da energia para gerar biodiversidade e estabilidade. Além disso, propicia a geração de mais produtos úteis a partir do mesmo substrato.

cipais herbívoros. Normalmente, a degradação final é completada por microrganismos.

Entre a biomassa fresca produzida pela planta verde e os componentes minerais no final do processo, o caminho pode ser direto ou passar por várias etapas. O caminho direto ocorre em condições de umidade e temperatura elevadas, que favorecem o ataque por microrganismos decompositores. Quanto mais quente e úmido o ambiente, maior a fração da biomassa degradada diretamente por microrganismos.

O caminho que passa por várias etapas exibe maior biodiversidade de consumidores. Por exemplo, uma folha pode ser diretamente atacada por um fungo e reverter aos seus componentes básicos, ou alternativamente, ser consumida por um herbívoro, cujas fezes serão alimentos para moscas e para minhocas, que por sua vez serão alimentos para sapos e lagartixas, ou aves e minhocuçus e assim sucessivamente até reverter aos componentes básicos.

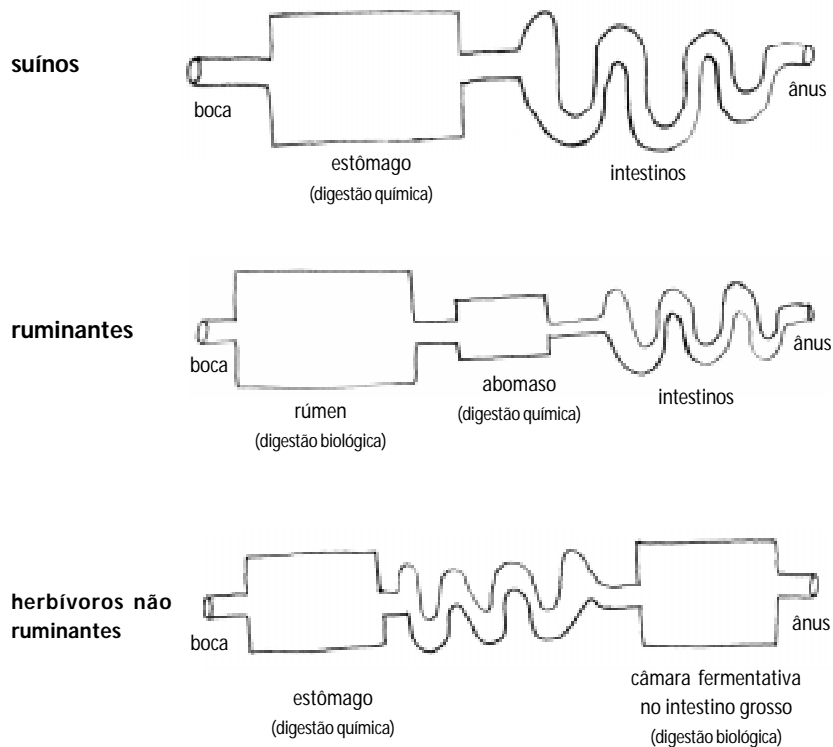
De maneira figurada, partindo de um nível mais elevado em energia, que é a folha original, o caminho pode ser uma queda livre, no caso de ataque direto por microrganismos, ou uma descida mais lenta passando por vários degraus de uma escada (Figura III.4). Do ponto de vista humano, a queda livre é pouco eficiente no uso da energia, enquanto a descida pela escada aproveita com parcimônia a energia fixada pela fotossíntese. Nos sistemas agrícolas funcionalmente diversificados, procura-se introduzir o maior número possível de degraus, dos quais se possam colher produtos de utilidade. Na criação moderna de animais confinados, costuma haver apenas um degrau, representado pela criação explorada, sendo o restante do caminho geralmente uma queda livre operada por microrganismos, seja no curtimento natural ou na compostagem.

Amido, celulose, lignina e os animais

Do ponto de vista das moléculas básicas da vegetação, os animais que se alimentam predominantemente de conteúdo celular, rico em amido e substâncias protéicas, são aqueles com maior potencial de crescimento e multiplicação. Isso porque amido e proteínas permitem um rápido e eficiente aproveitamento da energia disponível. Assim, ratos, porcos e aves podem manter elevadas taxas de reprodução e de crescimento. Nas raças modernas, por exemplo, espera-se de uma porca pelo menos 20 leitões por ano, e cada leitão pode alcançar, em 180 dias de vida, 100 vezes o seu peso ao nascer.

A celulose em si mesma não é digerida pelos animais superiores, de modo que, em sua evolução, os herbívoros precisaram desenvolver um sistema digestivo mais complexo, associando-se a bactérias celulolíticas. Tais bactérias são capazes de converter a celulose em moléculas menores, de ácidos orgânicos, aproveitáveis pelo metabolismo do animal. Para essa simbiose, os animais tiveram de incluir em seu trato digestivo câmaras de fermentação, onde essas bactérias pudessem trabalhar. As duas adaptações mais usuais são a câmara antes do estômago químico, como ocorre nos ruminantes, ou no final do trato digestivo, como ocorre nos herbívoros não rumi-

Figura- III.5

Representação esquemática de sistema digestivo de suínos, ruminantes e herbívoros não ruminantes

Quantitativamente, a digestão da celulose ocorre apenas na digestão biológica, onde as paredes celulares são atacadas por microorganismos.

nantes (Figura III.5).

Em relação aos animais que se alimentam de órgãos de reserva, ricos em materiais do conteúdo celular, os herbívoros apresentam a desvantagem de ter de ingerir uma quantidade muito maior de alimento para extrair a mesma quantidade de nutrientes e energia. Essa ingestão ampliada resulta num maior volume ocupado pelo sistema digestivo em relação ao tamanho do animal. Num ruminante o sistema digestivo representa quase a metade do peso corpóreo, enquanto em não-herbívoros está ao redor de vinte por cento.

Contudo, mesmo com essa ampliação do volume digestivo, a baixa densidade nutricional da dieta impôs aos herbívoros taxas de reprodução e de crescimento sensivelmente mais baixas. Uma vaca raramente produz mais do que uma cria por ano, e o bezerro leva pelo menos um ano para decuplicar seu peso ao nascimento.

Nessa mesma linha de raciocínio, comparando os diferentes grupos de herbívoros, observa-se que as taxas de reprodução e de crescimento aumentam à medida que aumenta seu consumo de ervas tenras, mais ricas em materiais do conteúdo celular e menos em celulose.

Como vantagem, a especialização alimentar dos herbívoros em tecido foliar, em especial a dos ruminantes, permitiu-lhes a ocupação de amplos espaços, onde os animais que se alimentam do conteúdo celular pereceriam. Além disso, reduziu a competição pelo alimento, posto que os tecidos foliares são muito mais abundantes que os órgãos de reserva. A redução dessa avidez pode ser observada ao se comparar a calma ingestão de alimento por uma vaca ou cabra com a ávida ingestão por porcos ou galinhas.

Das moléculas que caracterizam a biomassa, a lignina não é aproveitável por nenhum animal superior, de modo que a madeira enquanto tal não é consumida pelas criações. Nos ecossistemas florestais, há vários grupos de organismos especializados no consumo de madeira (xilófagos), tais como cupins e coleobrocas. Considerando que a madeira é o material mais abundante nas florestas, seria interessante aproveitar esses xilófagos como alimento para o homem ou para as criações. O padre José de Anchieta relata o consumo pelos índios de larvas que se alimentavam de madeira podre, cujo sabor se assemelhava ao de torresmo. Várias aves que se alimentam de organismos xilófagos servem de alimentos para o homem. As galinhas, por exemplo, apreciam sobremaneira os cupins. Esse é um campo aberto à investigação e ao desenvolvimento de métodos mais eficientes de aproveitamento.

Biodiversidade animal e densidade

Na natureza tropical, qualquer espaço definido para estudo tende a comportar um grande número de espécies animais, cada qual representada por uns poucos indivíduos. Essa biodiversidade deriva das especializações alimentares desenvolvidas durante a evolução. Quanto maior a diversidade de plantas, maior a diversidade de herbívoros. Cada novo composto do metabolismo secundário desenvolvido pela planta para conter certo herbívoro provoca o desenvolvimento de uma adaptação animal correspondente que possa conviver com tal composto. Isso é comum em muitos lepidópteros, cujo hábito alimentar é específico para um planta ou grupo de plantas aparentadas.

Em comparação com os vegetais, a composição da carne varia relativamente pouco, de modo que os carnívoros costumam ser menos especializados, podendo consumir um grande número de espécies. Contudo, mesmo nesse caso, observam-se especializações anatômicas nas estruturas de apreensão da caça e nos padrões etológicos que lhe são pertinentes. Por exemplo, um pica-pau precisa de bico longo, enquanto um felino precisa de passos leves e garras em garfo.

Quando se caminha do Pólo Norte para o Equador, acompanhando a biodiversida-

de vegetal, cresce a biodiversidade animal. Nos animais de sangue quente, as principais adaptações nos climas frios se referem à retenção de calor. As adaptações usuais são o desenvolvimento de uma camada adiposa, corpo roliço e pelagem abundante. A camada adiposa funciona como isolante térmico e como reserva de energia para os meses de inverno. O corpo roliço, com membros curtos, é uma forma de reduzir a superfície do corpo em relação ao seu volume, de maneira a minimizar as perdas de calor por irradiação. Em muitas espécies, esse equipamento é complementado por uma camada isolante de ar, retida na pelagem espessa.

Já nos climas quentes dos trópicos, o sangue quente deixa de ser uma vantagem tão grande quanto nas regiões mais frias, aumentando a quantidade de animais de sangue frio. Para os animais de sangue quente, a proteção contra o frio perde importância, e ganham relevância os mecanismos de dissipação do calor, tais como menor tamanho do corpo, membros longos, orelhas amplas, barbelas, cristas, etc. A diminuição do tamanho do corpo é um fenômeno geral para aquelas espécies de ampla distribuição, como os bovinos e suínos. Com a redução do tamanho, amplia-se a relação entre a superfície e o volume, favorecendo a perda de calor, justamente o contrário do que se deseja nas zonas frias.

Um interessante exemplo é a evolução das galinhas no Brasil. Introduzidas nas primeiras décadas do século XVI, foram se adaptando ao novo ambiente, gerando tipos hoje ditos caipiras, significativamente distintos dos originais. Os tipos compactos e pesados da Europa foram se tornando longilíneos, com pernas longas e corpo pequeno, freqüentemente com cristas e barbelas amplas e não raro com o pescoço pelado. Tais mudanças propiciaram uma perfeita adaptação ao novo ambiente, a ponto de as galinhas se tornarem as aves domésticas predominantes em quase todo o país. Nos períodos mais quentes do verão, não são raras notícias de morte generalizada nas criações industriais de frango de corte, que exploram linhagens de corpo roliço e compacto, enquanto as aves caipiras permanecem ilesas.

As doenças raramente são problemas na natureza, devido a uma combinação de fatores que as limitam. As densidades de cada espécie normalmente são baixas, de modo que a transmissão e a reinfestação são desfavorecidas. Animais doentes ou de alguma forma debilitados são presa mais fácil para os predadores, que acabam realizando um trabalho profilático.

Para alguns animais gregários, como vários bovídeos e suídeos, a propagação de doenças pela proximidade dos espécimes é compensada por amplas áreas de perambulação, o que diminui as chances de reinfestação e vai deixando os animais debilitados para trás, como presas mais fáceis de seus predadores. As grandes manadas de bisões da América do Norte, por exemplo, migravam por quase toda a extensão das grandes planícies, um território de dimensões continentais.

Nas criações modernas intensivas, em geral se observa um padrão oposto ao operado pela natureza: linhagens debilitadas, mas de grande produção do produto visado, mal adaptadas ao clima, são criadas em confinamento, em densidades populaci-

onais nunca observadas na natureza. Daí resulta a necessidade de uma constante interferência humana para manter os animais, com grande utilização de medidas artificiais de controle sanitário. Essa interferência resulta em elevada demanda de trabalho e de capital.

Na agricultura ecológica, busca-se integrar o animal na exploração, simulando a natureza. Quanto mais essa simulação se aproximar da natureza, tanto menor o investimento em tempo e dinheiro. Contudo, nessa simulação, a produção animal é sempre uma colheita extra das áreas de produção vegetal. Nessa lógica, enquadram-se a produção de mel em pomares, a criação de galinhas caipiras sob cafezais, pomares e vinhedos, a criação de suínos ao ar livre ou com restos de hortas comerciais, etc. Sistemas intensivos em produção animal estão fora da lógica da natureza, de modo que padecem de problemas sanitários e econômicos e criam problemas ambientais.

Entretanto, como a produção animal intensiva normalmente é uma opção de agricultores com pouca área, esses sistemas mais extensivos com muita freqüência não são possíveis. Por essa razão, as normas de produção orgânica permitem a criação intensiva, desde que se respeitem as necessidades etológicas da espécie criada, que a ração seja de origem orgânica e isenta de produtos proibidos, e que se observem limites de densidade animal compatíveis, normalmente mais baixos que os convencionais.

As criações orgânicas intensivas são um avanço em termos do bem-estar animal, permitindo sensível redução no uso de medicamentos, e seus produtos são de melhor qualidade. No entanto, apresentam considerável dependência de insumos externos à propriedade e necessidade relativamente alta de capital e de trabalho. Como na produção convencional, convivem com uma intensa perda de nutrientes minerais, especialmente de nitrogênio, e os excrementos dos animais são um grande problema.

Os defensores de tais métodos intensivos os justificam com o argumento de que eles são necessários para o suprimento de proteína animal a preços acessíveis. Sem dúvida, esse pode ser um argumento válido, desde que essas proteínas sejam limitantes nas dietas das populações visadas. Contudo, essas criações intensivas estão predominantemente localizadas em áreas cujas populações hoje sofrem de doenças crônico-degenerativas resultantes do consumo excessivo de produtos de origem animal e do sedentarismo. Nessa linha de raciocínio, melhor seria produzir menos, a menor custo, com menor risco, e consumir menos produtos de origem animal, mas de melhor qualidade e isentos de produtos indesejáveis.

Os estercos

Os estercos resultam da passagem do alimento pelo trato digestivo dos animais. Assim, sua dinâmica química e biológica é função da natureza do material ingerido, do que o animal digere e do fracionamento mecânico e químico que o animal opera. Uma primeira separação pode ser feita entre os estercos de herbívoros ruminantes, como os bovinos, e os de onívoros, como os suínos.

Herbívoros ruminantes se alimentam de tecido foliar, cuja composição é caracteriza-

da pela celulose, com certa quantidade de amidos, substâncias nitrogenadas e sais minerais. O pasto ingerido, ligeiramente triturado, vai ao rúmen, onde é atacado por bactérias. Daí volta à boca do animal para ser ruminado ou remoído, novamente deglutido, atacado por bactérias e assim sucessivamente, até que esteja triturado o suficiente para cruzar a estreita passagem que vai da câmara ruminal ao estômago químico.

Nesse processo, o conteúdo celular dos tecidos triturados é rapidamente consumido pelas bactérias, convertendo-se em biomassa microbiana. Um pouco mais lentamente, também as paredes celulares vão sendo atacadas pelas bactérias, que convertem seus compostos celulósicos em ácidos orgânicos. Esses ácidos são absorvidos pelas paredes do rúmen, sendo utilizados como fonte de energia pelo animal. O conteúdo ruminal, composto de biomassa microbiana e do material já finamente triturado e atacado pelas bactérias, é parcialmente desidratado no folhoso e conduzido ao estômago químico (abomaso), onde sofre ataque pelas enzimas do animal. No abomaso ocorre um ataque ácido, seguido por um ataque básico no início do intestino delgado. Daí para frente o material digerido vai sendo absorvido pelas paredes intestinais, e finalmente sofre uma nova desidratação na porção final do tubo digestivo, o intestino grosso.

As células do tecido foliar ingerido pelo animal, ao final dessa complexa digestão mecânica, microbiana e química, são sensivelmente transformadas. Praticamente todo o conteúdo celular é extraído, e a parede celulósica é parcialmente consumida (Figura III.6). O resultado é que as fezes dos ruminantes consistem basicamente de células com paredes celulósicas parcialmente atacadas e esvaziadas do seu conteúdo. Esse esvaziamento do conteúdo celular é análogo ao que ocorre na planta quando uma folha entra em senescência e transloca os nutrientes e compostos mais escassos para outras estruturas.

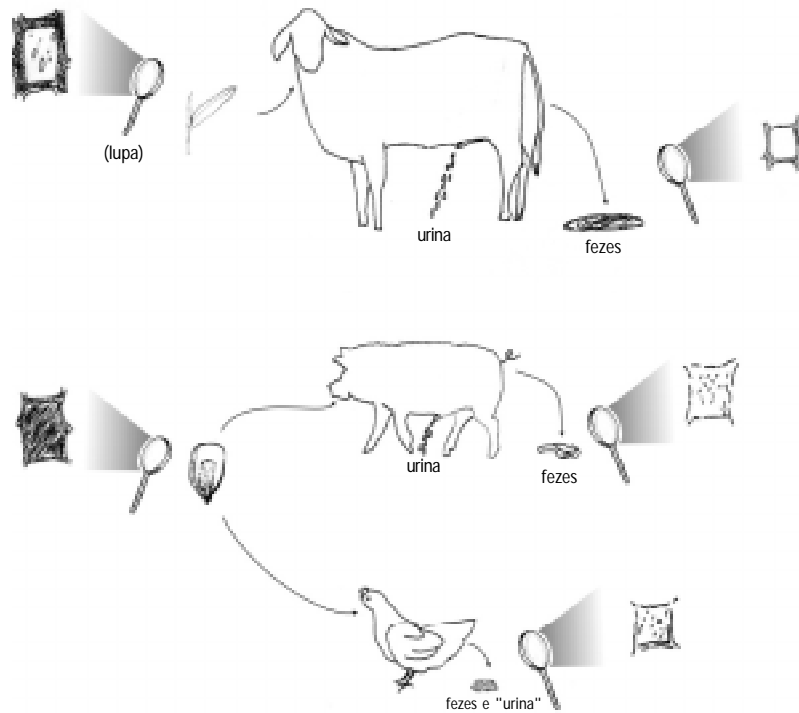
As diferenças entre a folha senescida e caída da planta e as fezes de ruminantes são essencialmente a fragmentação física e o inóculo de bactérias celulolíticas do rúmen que escaparam da digestão química. Por isso, a digestão por ruminantes afeta pouco a ciclagem do carbono no ecossistema. A decomposição das fezes segue aproximadamente o mesmo processo descrito para a serrapilheira.

No corpo do animal, os materiais absorvidos são utilizados para sua manutenção e para a formação de novos tecidos. A manutenção consiste na produção de energia e na reposição de materiais desgastados, dela resultando como principais produtos o gás carbônico, a água e os excretos nitrogenados. Nos bovinos, a forma predominante de excretas nitrogenados é a uréia, eliminada na urina.

Enquanto na folha senescida o nitrogênio é translocado para a planta, no bovino ele é orientado para e concentrado na urina, e se perde parcialmente quando a urina é eliminada. Por isso, a ciclagem de nitrogênio, havendo animais, é diferente da que ocorre sem animais. Esse fato tem conseqüências no manejo da fertilidade do sistema, que serão exploradas nos próximos capítulos.

Herbívoros não ruminantes, como os eqüídeos, apresentam digestão semelhante

Figura III.6

Representação esquemática de células vegetais
como são consumidas e excretadas nos dejetos animais.

Em ruminantes (A), predomina a ingestão de células do limbo foliar. No rúmen o alimento é submetido à digestão biológica, seguindo depois para o abomaso onde ocorre a digestão química. Com isso, da célula ingerida praticamente todo o conteúdo celular é digerido, bem como 50% da parede celulósica. Assim, as fezes de ruminantes são predominantemente celulósicas. O nitrogênio e o potássio do conteúdo celular são absorvidos pelo animal e posteriormente são na quase totalidade excretados via urina. Em suínos e galinhas (B e C) a maior parte da dieta consiste em órgãos de reserva. Mesmo quando pastam, o alimento verde efetivamente ingerido é menos fibroso que aquele típico de ruminantes. Assim, porcos e galinhas são tipicamente digestores do conteúdo celular. Suas fezes consistem de materiais amiláceos e protéicos que escaparam à digestão e fragmentos das delgadas paredes celulósicas de sua dieta. Por isso, em relação aos estercos de ruminantes, os de porcos e galinhas são de efeito rápido e fugaz, mais ligado ao seu conteúdo mineral do que ao seu efeito biológico. Contudo, os estercos de porcos e de galinhas diferem entre si devido ao sistema excretor de N no porco se dar via urina, como nos bovinos. Nas galinhas, a excreção de N se dá como ácido úrico (o topo branco sobre a dejeção), cuja dinâmica química é semelhante à da uréia, de modo que seu efeito resulta ainda mais químico que o de suínos.

à que se acabou de descrever. A diferença principal é a posição da câmara fermentativa, que se coloca na porção final dos intestinos, de modo que o alimento primeiro sofre digestão química pelo animal e depois digestão microbiana. Esse tipo de digestão propicia uma melhor utilização do conteúdo celular dos tecidos ingeridos diretamente pelo animal, mas não permite o aproveitamento da proteína microbiana formada durante o ataque às paredes celulósicas. Contudo, a despeito dessas diferenças internas no processamento dos tecidos foliares, as fezes e a urina dos herbívoros não ruminantes apresentam composição química e passam por ataque biológico muito semelhante aos dos ruminantes.

No caso dos suínos, a alimentação é constituída predominantemente de materiais ricos em substâncias de reserva e pobres em celulose, tais como grãos e túberas. Os amidos e proteínas dessa dieta podem ser diretamente atacados pelas enzimas do animal, de modo que o alimento mastigado e ingerido passa diretamente ao estômago químico, onde ocorre a digestão, já iniciada na boca sob efeito da saliva. Do estômago para frente, passa por um processo semelhante ao do bovino.

Assim, as fezes dos suínos contêm pouquíssimo material celulósico, consistindo predominantemente em conteúdo celular que escapou ou não é atacável pelas enzimas do animal (Figura III.6). Por isso, sua decomposição é muito rápida, liberando-se em pouco tempo a maior parte dos nutrientes minerais nelas contidos. Por sua natureza química amilácea e protéica, é muito mais atrativa para insetos e microrganismos do que as fezes bovinas. Disso resulta a maior multiplicação de moscas e odores associados às fezes dos suínos, em relação às dos bovinos. A eliminação de excretas nitrogenada pelos suínos é realizada de forma similar à dos bovinos.

A maioria das aves domésticas assemelha-se aos suínos em sua alimentação onívora. Comparativamente às galinhas, as galinhas d'Angola são algo mais carnívoras e os palmípedes mais herbívoros. Dentre os palmípedes, os gansos são os mais herbívoros.

Para as poedeiras e frangos de corte, a alimentação é essencialmente a mesma que a dos suínos, consistindo, em nosso meio, de milho e farelo de soja, com pequenas quantidades de outros componentes. Contudo, a composição e a dinâmica química e biológica das excreções dessas aves difere da dos suínos devido ao seu sistema de excreção de nitrogênio.

Para economizar água, as aves, como muitos animais que se originaram em ambientes secos, desenvolveram sistemas de excretar nitrogênio em substâncias sólidas, das quais a mais comum é o ácido úrico. Numa típica excreção de galinha, observa-se uma placa inferior maior e mais escura, encimada por outra menor e branca. A mancha maior são as fezes, que se assemelham às de suínos, e a menor e branca é de ácido úrico, por assim dizer, a "urina" da ave. Por incluir as fezes e a "urina", as excreções frescas das aves são mais ricas em nitrogênio do que as de suínos ou bovinos.

O ácido úrico, como a uréia, é rapidamente atacado por microrganismos que o

utilizam como fonte de energia, desprendendo amônia, daí o odor forte e irritante do esterco de aves. Detalhes sobre a dinâmica química e biológica dos estercos serão explorados nos próximos capítulos. Pela sua natureza, o esterco de galinhas se assemelha ao de suínos na sua rápida decomposição e atração para insetos e microrganismos.

Os estercos como fertilizantes

Os estercos dos animais estão entre as fontes de biomassa mais tradicionalmente empregadas como fertilizante, mas seus efeitos sobre o desenvolvimento das plantas e as propriedades do solo variam marcadamente segundo a espécie animal. Uma primeira distinção se faz entre os animais que se alimentam de grãos e/ou outros órgãos de reserva, como os suínos e as aves, e os que se alimentam de folhas e hastes tenras, como os bovinos, caprinos, eqüinos, coelhos, etc.

Nos grãos e órgãos de reserva, predominam constituintes de fácil digestão como os amidos, açúcares e proteínas, disso resultando que também as fezes dos suínos e das aves são de fácil ataque por microrganismos e, portanto de rápida decomposição. Por isso, esses estercos alimentam quase que exclusivamente os microrganismos do solo.

Contudo, os estercos de aves e suínos apresentam diferentes efeitos e comportamentos devido aos diferentes sistemas de excreção urinária. Nas aves, o nitrogênio é excretado como ácido úrico, junto com as fezes. Como o ácido úrico é quimicamente muito semelhante à uréia, os efeitos do esterco de aves resultam muito semelhantes aos da uréia.

Nos suínos, o nitrogênio é excretado na urina como uréia. Por isso, suas fezes são menos ricas em N que o esterco das aves. Quando a urina e as fezes são coletadas juntas e armazenadas em tanques até o momento da distribuição no campo, ocorrem várias reações no meio anaeróbico e redutor que se cria no tanque. Contudo, o material resultante continua como um tipo de biomassa bastante lábil, mas ainda de reação tipicamente orgânica.

Nos bovinos, caprinos, coelhos e outros herbívoros, o alimento principal são estruturas foliares, contendo importantes quantidades de celulose e menores quantidades de compostos de fácil digestão. No tubo digestivo desses animais, os compostos de fácil digestão são quase que totalmente assimilados, e a celulose é digerida em parte.

Assim, nas fezes predominam as estruturas de celulose mais resistentes, ou que por alguma razão não foram digeridas. Comparativamente à mata, a composição química e o tamanho das partículas dessas fezes as aproximam das camadas mais baixas da serrapilheira, sofrendo decomposição semelhante.

O sistema de excreção do N nesses animais é semelhante ao dos suínos. Do N que

eles ingerem, ao redor de 70% é excretado como uréia na urina. Por isso, essa urina age sobre as plantas e o ambiente de forma similar à uréia.

Comparando os efeitos dos estercos das aves, suínos e herbívoros, pode-se estabelecer uma ordem de efeitos. O de aves é o de mais rápido e marcado efeito sobre as plantas, mas esse efeito é fugaz e resulta afinal no empobrecimento das boas propriedades do sistema, posto que não alimenta senão os últimos pontos na cadeia de degradação da biomassa. Dentre os efeitos indesejáveis do esterco das aves se destacam o decaimento das boas características físicas do solo e a suscetibilização das plantas a pragas e doenças.

O esterco de bovinos, no outro extremo, é de efeito mais lento e menos marcante, mas mais duradouro e alimenta mais elos na cadeia de decomposição; o de suínos é intermediário, embora mais próximo do das aves e pode apresentar o inconveniente de conter gordura[3].

A agricultura e o estrato herbáceo

No passado remoto, quando o homem era apenas coletor e caçador, a dinâmica do ecossistema determinava a disponibilidade de alimentos, definindo o tamanho da população humana e sua necessidade de deslocamento. A inserção do homem no ecossistema era relativamente passiva. Embora hoje pouco numerosos, ainda há grupos que assim subsistem.

Mais tarde, com a domesticação dos primeiros herbívoros, o homem pastor se libertou, em alguma medida, dos determinantes do ecossistema, posto que a reprodução dos animais para sua alimentação passou ao seu controle. Nesse período, o determinante do tamanho e do modo de vida das populações humanas passa a ser disponibilidade de pastos naturais.

Quando o homem aprendeu a queimar a vegetação arbórea para favorecer o estrato herbáceo, ele passou a determinar a extensão de pasto, rompendo a limitação imposta pelas áreas de pasto natural. Nas zonas desérticas do planeta, tanto quentes quanto frias esse modo de vida baseado na atividade pastoril ainda é usual. Na África, na região do Sahel, há vários grupos étnicos especializados no pastoreio. Tais grupos trocam produtos com os grupos agricultores que vivem nas regiões mais úmidas.

O surgimento da agricultura significou um novo e importante passo na libertação do homem em relação aos limites impostos pelos ecossistemas naturais. A possibilidade de produzir grãos e túberas permitiu às populações humanas sedentari-

3 Os efeitos dessa gordura estão sendo estudados pelo IAPAR na Estação Experimental de Palotina, observando-se que ela pode dificultar a infiltração de água no solo. Supostamente, esse efeito tende a ser menor quando aplicado sobre palhada do que sobre o solo nu e depende naturalmente da quantidade aplicada.

zar-se, ficando a subordinação à natureza limitada à fertilidade do solo e ao clima. Essa nova subordinação não se referia mais à produtividade do ecossistema natural, mas sim à produtividade do ecossistema implantado. Quase toda a humanidade vive hoje desses ecossistemas implantados.

A biomassa produzida pelos ecossistemas naturais é composta, sobretudo de celulose, que o homem é incapaz de digerir quantitativamente. Na atividade pastoril, o homem aprendeu a converter a celulose das ervas em alimento humano através do trato digestivo dos herbívoros, sobretudo dos ruminantes. O avanço para a agricultura consistiu em direcionar a rota bioquímica das plantas da celulose para o amido. Isto é, a produção de biomassa foi orientada para o incremento da fração amido. A trajetória do caçador-coletor ao agricultor sedentarizado pode ser enfocada, do ponto de vista bioquímico, como uma tentativa de direcionar a natureza para compostos digeríveis pelo homem, essencialmente proteínas, gorduras e carboidratos solúveis, especialmente amido.

Nessa conversão para amido, as florestas, que depositam predominantemente celulose lignificada, foram e continuam sendo substituídas em todo o planeta por vegetações herbáceas, especialmente cereais e tuberosas. Vista globalmente, a agricultura atual é centrada no estrato herbáceo, tanto para a produção vegetal quanto animal.

Enfocada pelo prisma da sustentabilidade, a conversão dos ecossistemas naturais para a atividade agrícola trouxe e ainda traz problemas, de gravidade variável segundo o tipo de vegetação clímax natural, o tipo de solo, a intensidade das forças de intemperismo e o manejo. Esses problemas confluem para o decaimento da produtividade das culturas agrícolas, muitas vezes sem possibilidades de recuperação econômica. Em sua máxima expressão, o empobrecimento se manifesta na região tropical úmida, com cobertura original de floresta e solos quimicamente pobres, situação essa que abrange a maior parte do território brasileiro. Esse empobrecimento pode ser medido em termos de nutrientes minerais, húmus, produção de biomassa, biodiversidade, resiliência,[4] etc.

Nas regiões onde a vegetação clímax[5] é herbácea, a conversão para a atividade agrícola normalmente mostra menos problemas, dado que os ecossistemas implantados simulam melhor a dinâmica natural.

No ambiente de floresta tropical, quando se derruba e queima a mata, a primeira fase do processo de recuperação é herbácea. Era justamente essa fase que os índios do Brasil aproveitavam para a produção de amido. Muitas das espécies silvestres de

4 Resiliência é conceituada como a capacidade de um sistema ecológico de retornar ao seu ponto de equilíbrio após uma perturbação. Esse ponto de equilíbrio pode ser definido em função de vários fatores, tais como: a composição florística, a fauna, a fertilidade do solo, a produção de biomassa, etc.

5 Entende-se por vegetação clímax aquela que corresponde ao tipo de melhor adaptação em determinado ambiente. Se esse clímax é alterado, o sistema tende a reconstituí-lo, através de uma seqüência de vegetações intermediárias.

mandioca, a mais importante das culturas indígenas têm como nicho exatamente as áreas de mata perturbadas. A não-interferência dos indígenas sobre a sucessão ecológica era total, inclusive não se capinando as roças. Não havia criações. O amido produzido nas roças era complementado com proteína animal e outros nutrientes obtidos pela caça, pesca e coleta.

Assim, o sistema todo podia ser entendido como composto de uma fase de desgaste, a roça para a produção de amido, e uma fase de recomposição, o pousio arbóreo para a produção de celulose e lignina. Em outras regiões de trópico úmido no planeta, a agricultura de sequeiro desenvolvida ao longo de séculos seguiu padrões semelhantes. Uma importante exceção no trópico úmido é a produção de arroz inundado, que constitui um ecossistema aquático, sujeito a uma dinâmica particular. Contudo, mesmo nos sistemas centrados no arroz inundado, o manejo das áreas de sequeiro seguiu padrão semelhante ao dos índios brasileiros.

Nos sistemas agrícolas sedentários que se implantaram mais tarde no Brasil e em outras áreas tropicais, essa recuperação foi sendo bloqueada, tentando-se manter o sistema sempre na fase herbácea. Isso equivale a estar sempre puxando a natureza para trás, o que resulta na perda do vigor desse extrato herbáceo, e na paralela diminuição da produção de amido. Inicia-se aí uma espiral de empobrecimento ecológico, que termina no pasto mirrado.

O ponto-chave desse decaimento é a queda na produção de biomassa, que é a fonte primária de energia e nutrientes para todas as cadeias alimentares. Isso porque, embora as culturas de cereais ou tuberosas produzam mais amido prontamente colhível do que a floresta, sua produção total de biomassa é muito menor. A floresta tropical pode produzir algo entre 30t e 50t por hectare por ano, enquanto as culturas agrícolas raramente deixam mais de 5t de biomassa por hectare por ano. Como todos os mecanismos de manutenção da fertilidade e de regulação homeostática do ecossistema dependem dessa biomassa, os mecanismos naturais da floresta entram em colapso, resultando num empobrecimento químico e biológico.

Com o auxílio de insumos químicos, muitas áreas desgastadas por esse padrão de manejo puderam ser recolocadas em produção. Porém, embora tais insumos, sobretudo os fertilizantes químicos, possam efetivamente acelerar a recomposição do ativo de nutrientes minerais, seu uso continuado tende a acirrar o problema. Esse fato é refletido na necessidade de doses crescentes de fertilizantes para manter o rendimento das culturas.

Quando a recomposição do ativo de nutrientes minerais é acompanhada de medidas para incrementar e preservar o ativo de biomassa no terreno, avanços significativos podem ser obtidos. Medidas como a cobertura morta e verde do terreno 365 dias por ano ou a introdução de biomassa produzida fora do terreno levam a produção do sistema a um patamar mais elevado.

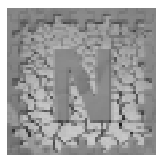
Não obstante, numa área de clímax florestal, permanece como uma pergunta se algum dia se poderá criar sistemas agrícolas exclusivamente herbáceos sustentáveis no trópico úmido florestal. A experiência historicamente acumulada pelos povos tropicais indica a necessidade de pelo menos alternar fases herbáceas com fases florestais. Aparentemente, o máximo que se pode tentar sustentavelmente é estender a fase de exploração herbácea, sem, contudo eliminar a fase arbórea.

Uma alternativa, que na verdade elimina essa questão, é buscar o atendimento das necessidades humanas com produtos de ecossistemas florestais. Noutras palavras, produzir amidos, proteínas, fibras e forragens a partir do estrato arbóreo. É um desafio que subverte a maioria das bases da agricultura como hoje a concebemos, tornando-a menos dependente das oscilações climáticas e integrando-a à dinâmica de criação da vida.

Naturalmente, é um desafio que terá de ser vencido por etapas. Pode-se melhorar o manejo das explorações herbáceas, pode-se incrementar o componente arbóreo dos sistemas, pode-se tentar diversificar funcionalmente as explorações agrícolas. Todas essas iniciativas são passos na direção de uma agricultura mais ecológica e sustentável.

No entanto, é preciso nunca perder de vista que num país predominantemente florestal como o Brasil, o objetivo último da agricultura orgânica não deve ser apenas produzir sem agroquímicos, mas criar sistemas agroflorestais capazes de suprir nossas necessidades de alimentos, fibra, energia e matérias-primas. Nosso desafio maior é nos transformarmos em agricultores do estrato arbóreo, e reproduzirmos nos sistemas agrícolas a lógica robusta, sustentável, barata, limpa e produtiva da natureza.

CAPITULO IV

A fertilidade do sistema

Nos capítulos anteriores, procurou-se pavimentar e sinalizar o caminho que leva à agricultura ecológica. Como partida, buscou-se no Capítulo I contextualizar a agricultura ecológica nas grandes questões da atualidade. Sendo o presente uma continuação do passado, fez-se necessário focalizar a história. No Capítulo II, apresentou-se a abordagem sistêmica como um corpo conceitual e metodológico privilegiado para a compreensão e a interferência na realidade dos sistemas de produção operados pelos agricultores.

Em seqüência, o Capítulo III tratou de sinalizar o norte biológico da agricultura ecológica, sempre que possível ligando esse norte com as questões atuais da agricultura brasileira, particularmente da produção orgânica no Brasil. Para isso, focalizaram-se alguns aspectos ordinariamente não explorados nos textos de agricultura, utilizando conceitos, sobretudo da ecologia e da ciência agrícola. O objetivo último do Capítulo III foi o de indicar a direção que leva a sistemas agrícolas mais sustentáveis. Por assim dizer, ele é um desafio à criatividade de cada leitor para o aperfeiçoamento da agricultura.

O presente capítulo focaliza a fertilidade do sistema como instrumento conceitual para a construção de sistemas mais sustentáveis. Enquanto conceito, a idéia de fertilidade do sistema não foi fruto de uma decisão deliberada e repentina, mas antes o resultado de uma evolução gradativa, na tentativa de facilitar o desenho e o manejo de sistemas sustentáveis em ambiente tropical. Foi construído a partir da necessidade de ensinar agrônomos a pensar orgânico, a partir de conceitos da ecologia, da agronomia e do exercício da abordagem sistêmica.

Esse conceito não cria fatos novos, mas conduz a uma abordagem dos fatos agrícolas diferente do convencional. Disso resulta uma compreensão igualmente diferente desses mesmos fatos e um equacionamento também diferente do problema, mais adequados à busca de maior sustentabilidade. De certa forma, o presente capítulo é a aplicação dos anteriores na propriedade.

O conceito de fertilidade do sistema

Fertilidade é um dos termos mais utilizados em agronomia e talvez aquele cujo conceito seja formalmente menos definido. A idéia predominante no meio técnico e também entre os agricultores é de que a fertilidade está fundamentalmente ligada ao solo. É usual ouvir-se que "se o solo estiver bem, tudo o mais irá bem". Nessa linha de raciocínio, o foco é direcionado ao corpo do solo e, em função desse foco, se organiza o manejo da fertilidade.

Enquanto disciplina nas escolas de agronomia, a fertilidade do solo tornou-se quase sinônimo de química do solo, chegando-se mesmo a definir a fertilidade em termos dos teores de nutrientes minerais e das relações dos mesmos entre si. Contudo, a noção puramente química da fertilidade apresenta debilidades, uma vez que há solos quimicamente favoráveis, mas com baixa produção devido a problemas físicos, hídricos, sanitários ou outros. Para contornar essa debilidade, criou-se um conceito auxiliar - o de solo produtivo - que, além da fertilidade química, inclui outras características também necessárias à obtenção de boas safras.

Não obstante, a existência de sistemas agrícolas produtivos em solos quimicamente pobres leva ao raciocínio de que um solo poderá ser "produtivo" mesmo não sendo "fértil", o que soa minimamente estranho. Contudo, a estranheza maior reside no fato de florestas pluviais tropicais, tidas como os ecossistemas biologicamente mais produtivos do planeta, se apoiarem em solos de extrema pobreza química.

Tal sorte de fatos destaca a importância de fatores outros, que não apenas aqueles ligados à química do solo, na determinação do potencial de produção dos ecossistemas, sejam eles agrícolas ou naturais. Esses fatores outros não são desconhecidos da ciência agrícola, mas normalmente ocupam apenas um ou dois parágrafos no primeiro capítulo dos livros sobre fertilidade. A partir da observação da evolução da vegetação ao largo do planeta, ou de sua sucessão da rocha nua até a floresta, tem-se buscado estabelecer um novo conceito de fertilidade, como "a capacidade de um ecossistema gerar vida de forma sustentável, medida usualmente em termos de produção de biomassa". Essa biomassa é primordial e predominantemente vegetal, mas parte dela pode ser convertida em biomassa animal. Nos ecossistemas modificados pelo homem para a agricultura (agroecossistemas), uma parte da biomassa animal ou vegetal constituirá o produto colhido pelo agricultor.

Entendida como a capacidade de gerar vida, os fatores que determinam a fertilidade nos ecossistemas são: o suprimento de luz, de água, de calor, de ar e de nutrientes minerais. A combinação desses fatores define o potencial de produção das terras agrícolas. Porém, quanto desse potencial será atingido depende das condições fito- ou zoossanitárias.

Dentre os fatores que determinam a fertilidade em sistemas agrícolas ou naturais no planeta, observa-se que a luz, a água e a temperatura adequada são mais determinantes do que os nutrientes minerais. Há culturas que podem se desenvolver em ambientes quimicamente muito pobres, mas não há culturas que se desenvolvam com restrições análogas de luz, de água e de temperatura. Isso é evidente em ecossistemas naturais onde, mesmo sob condições químicas do solo extremamente desfavoráveis, a vegetação poderá ser exuberante desde que a luz e a água sejam abundantes e a temperatura seja favorável.

Assim, entendida como capacidade de gerar vida, medida em termos de biomassa, a fertilidade deixa de ser um atributo apenas do solo, passando para a esfera do ecossistema. O foco se amplia da camada superficial do solo para todo o perfil onde as plantas se desenvolvem, indo desde as raízes mais profundas até o topo das plantas.

A fertilidade não está no solo, nem nas plantas, nem nos animais, mas no seu conjunto dinâmico, integrado e harmônico, que se reflete em boas propriedades no solo, boa produção vegetal e boa produção animal. Quando o dinamismo desse conjunto, sua integração e harmonia são perturbados, a fertilidade decai. Inversamente, se eles são convenientemente manejados, a fertilidade é incrementada, até o ponto permitido pela luz, pela água, pelo ar, pelo calor e pelos nutrientes minerais.

Mas se a fertilidade está no sistema, não no solo, que é o que se tem chamado de fertilidade do solo? Em ecologia, há um conceito chamado de resiliência, que se refere à capacidade de um sistema rapidamente retornar ao ponto de equilíbrio após uma perturbação. Por exemplo, quando se abre uma clareira numa floresta, imediatamente entram em ação vários mecanismos do sistema, cujo resultado final é reconduzi-lo ao estado original.

Um dos primeiros mecanismos é desenvolver uma vegetação herbácea abundante, que nos sistemas agrícolas é substituída pelas culturas. Nessa linha de raciocínio, o que tem sido chamado de fertilidade do solo é o componente da resiliência do sistema situado no solo. Em contraste, o conceito de fertilidade do sistema não se ocupa de explorar a resiliência, mas de incrementar a produtividade e a diversidade biológicas.

O resultado de se utilizar um ou outro conceito pode ser compreendido por uma analogia. O conceito corrente de fertilidade do solo, por assim dizer, focaliza apenas o úbere da vaca, e estuda a melhor maneira de extrair-lhe o leite. Pode dar bons resultados no curto prazo. Em contraposição, o conceito de fertilidade do sistema focaliza a vaca, de cuja saúde e vigor o úbere e a produção de leite são reflexos. Estuda também a relação da vaca com o pasto e os fatores que definem a produtividade do pasto. No curto prazo, pode não fazer diferença utilizar um ou outro conceito, mas para a sustentabilidade no longo prazo é indispensável a visão integradora e integral que a fertilidade do sistema abrange.

O manejo da fertilidade: integrado e antrópico

Quando um ambiente é perturbado, a natureza imediatamente põe em funcionamento seus mecanismos de recuperação, destinados a restabelecer o dinamismo, a integração e a harmonia locais. Esses mecanismos estão em toda parte, inclusive nos sistemas agrícolas, e atuam a despeito da vontade humana.

O desafio para o agricultor consiste justamente em reconhecer esses mecanismos e tirar proveito de sua ação, tanto mimetizando sua lógica no manejo das culturas e do solo, como os deixando funcionar por si mesmos. Na perspectiva de uma agricultura mais sustentável, busca-se sempre aumentar a atuação autônoma da natureza e reduzir a necessidade de interferências antrópicas, porque estas sempre têm implicações em termos de mão-de-obra e de custos.

Assim entendida a fertilidade, seu manejo não se resume à fertilização mineral ou ao controle da erosão, mas estende-se ao manejo de todos os recursos da propriedade que poderão contribuir para suprir água, luz, temperatura, ar e nutrientes minerais. Para isso, é necessária uma estratégia de manejo que englobe o manejo do solo, das culturas e das criações, posto que esses componentes dos sistemas de produção interagem positiva ou negativamente uns sobre os outros, conduzindo a ganhos ou perdas de fertilidade.

Essa abordagem destaca a importância do gerenciamento do sistema pelo agricultor, que tem de decidir, em cada situação, quais as práticas mais convenientes à manutenção da fertilidade. Não raro se encontram agricultores vizinhos, que partiram de um mesmo status de fertilidade natural, mas que se encontram em situações distintas, em função do somatório dos impactos das suas decisões no manejo dos sistemas de produção ao longo do tempo. Enquanto a fertilidade natural é obra da natureza, acumulada pelo ecossistema original, a fertilidade dos agroecossistemas é uma criação humana, melhorada ou desgastada pelas mãos do agricultor.

Assim, a fertilidade nos agroecossistemas é antrópica, isto é, sua evolução depende do manejo que o agricultor proporciona ao sistema, dentro dos contornos dados pelo meio físico e biológico. Por exemplo, a decisão de intercalar adubos verdes ou plantas de cobertura na rotação de culturas ou de aplicar uréia leva a diferentes evoluções da fertilidade ao longo do tempo, que se expressarão na biomassa colhida.

Outro aspecto da fertilidade enquanto criação antrópica é que os efeitos das práticas de manejo adotadas pelo agricultor normalmente são de curta duração, atingindo no máximo umas poucas safras. Por exemplo, uma calagem será efetiva por uns poucos anos, exigindo a repetição de práticas de controle da acidez após algum tempo. Emprestando um conceito das ciências físicas, pode-se falar em meia-vida das práticas de manejo, analogamente à meia-vida de produtos radioativos.

Nesse sentido, os ecossistemas agrícolas diferem dos naturais. Nos naturais, os mecanismos de manutenção da fertilidade são os da própria natureza, en-

quanto nos agroecossistemas a mão humana precisa direcionar constantemente a recriação da fertilidade.

De forma sucinta, a fertilidade dos agroecossistemas assim conceituada difere em quatro aspectos do conceito tradicional de fertilidade do solo:

- Seu foco está no sistema de produção, incluindo o solo, mas não apenas no solo;
- A fertilidade abrange o conjunto dos fatores que definem a produção de biomassa e não apenas as condições químicas do solo;
- Seu indicador privilegiado é a produção total de biomassa;
- Nos sistemas agrícolas ela é predominantemente antrópica, isto é, inclui a interferência humana como fator central de sua evolução.

A organização da propriedade rural e suas implicações na fertilidade dos agroecossistemas

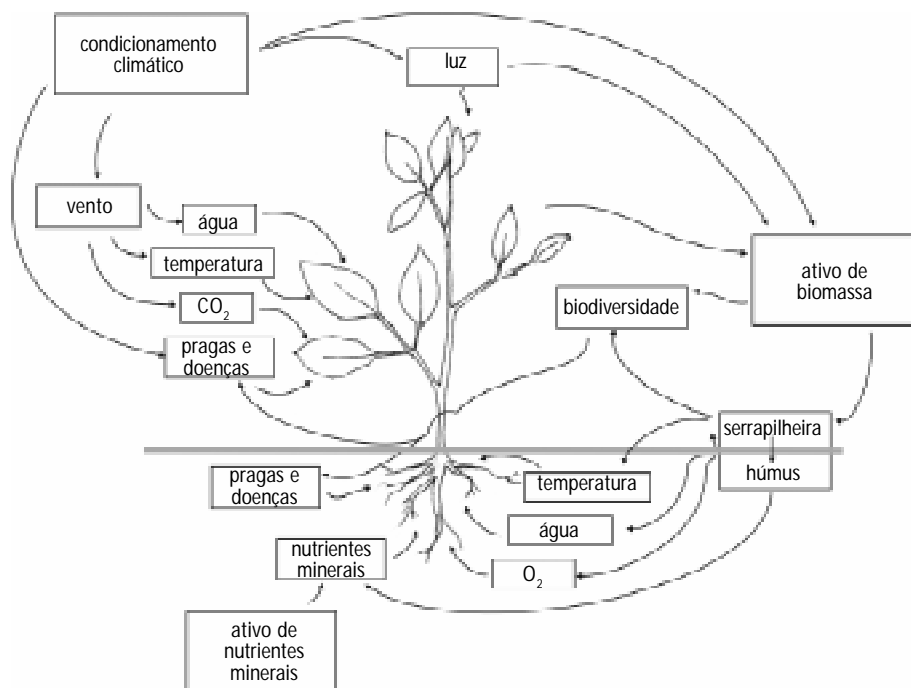
Quanto melhor estiverem supridos os fatores que definem a fertilidade - luz, água, ar, nutrientes minerais, temperatura e sanidade - mais fértil será o agroecossistema. A maneira como uma propriedade rural é organizada e manejada altera a disponibilidade desses fatores, com conseqüências sobre sua fertilidade, reduzindo-a, mantendo-a ou incrementando-a.

Alguns desses fatores podem ser alterados pelo agricultor, outros não (Figura IV.1). Os teores de oxigênio e gás carbônico - o primeiro para respiração e o segundo para fotossíntese - são de alteração difícil na parte aérea das plantas. Porém, o controle do vento excessivo e o suprimento adequado de água resultam indiretamente num suprimento mais regular de ar, através dos mecanismos de controle da abertura/fechamento dos estômatos (Ver também Capítulo III, O ambiente sentido pela planta: um pouco de fisiologia vegetal).

Já no solo, as práticas de manejo alteram sensivelmente o arejamento na zona de ação das raízes. Como a absorção da maioria dos nutrientes minerais é ativa, isto é, exige energia, os baixos teores de oxigênio no solo irão onerar para a planta a absorção dos nutrientes minerais. Cada molécula de glicose respirada resulta em 30 a 32 moléculas de ATP que podem ser utilizadas na absorção de nutrientes. Quando falta oxigênio para a respiração, as raízes são obrigadas a fermentar a glicose, do que resultam apenas duas moléculas de ATP para cada molécula de glicose. Por isso, a aeração deficiente do solo leva a um gasto muito maior de produtos da fotossíntese para a absorção da mesma quantidade de nutrientes minerais.

No espaço geográfico brasileiro, luz e temperatura raramente são impeditivas à produção vegetal, embora delineiem um zoneamento das espécies que podem ser exploradas com mais vantagem. No campo, é praticamente impossível aumentar a intensidade luminosa ou a temperatura, mas se pode reduzi-las, dentro de certos limites.

Figura IV.1

Uma visão de conjunto do manejo da fertilidade do sistema através de condicionamento climático, ativo de biomassa e ativo de nutrientes minerais

Considerado na sua totalidade e em termos médios, o Brasil é bem provido de chuvas, de modo que, grosso modo, a água não seria um fator limitante à fertilidade dos sistemas de produção. Contudo, a totalidade comporta diferenças regionais e sazonais: no Semi-Árido Nordestino a água é o fator biológico mais limitante, bem como no inverno do Brasil Central até o Noroeste do Paraná.

Além disso, há que se considerar que apenas a água efetivamente disponível para as plantas resulta em fertilidade. Tanto o escorrimento como a drenagem excessiva tendem a reduzir a produtividade dos agroecossistemas, especialmente quando ocorrem veranicos. Com a redução dos teores de matéria orgânica nos solos e, por conseqüência, da capacidade de retenção de água, as perdas por veranicos têm crescido. Um bom manejo do agroecossistema pode atenuar ou mesmo reverter essa situação.

Ao contrário dos fatores anteriores, de difícil alteração, os nutrientes minerais e a sanidade são fatores facilmente manejáveis pelos agricultores, e, por isso, têm sido intensamente manipulados em cada talhão, sobretudo nas áreas de agricultura mais intensiva.

Os meios de alteração têm sido predominantemente químicos, com o uso de fertilizantes minerais e de agrotóxicos. Entretanto, é fato bem estabelecido que tais meios causam problemas de natureza técnica, econômica, ambiental e de saúde. Não menosprezando os problemas de outras ordens, para o foco deste capítulo importam sobremaneira os problemas técnicos.

De modo bastante sucinto, os fertilizantes minerais e os agrotóxicos concorrem para a destruição dos mecanismos naturais de que depende sua própria eficiência técnica. Isto é, sua utilização contribui para minar as condições necessárias à sua ação mais eficaz, de modo que periodicamente as dosagens precisam ser aumentadas e os produtos substituídos.

No caso dos fertilizantes, o impacto positivo na produção de biomassa apenas se realiza se os demais fatores estão bem supridos, já que sem água, sem oxigênio e sem sanidade, eles pouco podem fazer. Por exemplo, os fertilizantes nitrogenados, acelerando a decomposição da matéria orgânica do solo, contribuem para diminuir a capacidade de retenção de água, bem como a aeração, afetando, por conseguinte, o desenvolvimento e a atividade das raízes. Assim, a uma mesma dose corresponde respostas decrescentes ao longo das safras, porque esses outros fatores vão sendo minados.

Com o tempo, a capacidade de troca catiônica (CTC) acaba sendo reduzida, uma vez que, em solos tipicamente tropicais, está associada em importante medida à fração húmica. Com essa redução, uma maior fração dos nutrientes minerais aplicados acaba sendo perdida, por lixiviação com a água de percolação através do perfil do solo, ou por arraste sobre o terreno pelas enxurradas. Mesmo no Paraná, já entrando no subtrópico, estima-se que de 50% a 80% da CTC dos solos dependem da fração húmica.

Não se trata aqui de fazer a condenação ou a apologia ao uso de fertilizantes químicos. Trata-se de compreender que, enquanto instrumento de manejo da fertilidade dos agroecossistemas, tais fertilizantes podem ser potentes desde que usados com muita parcimônia e num esquema de manejo que privilegie a biomassa.

No caso da sanidade, o uso de agrotóxicos tem analogia com o dos fertilizantes químicos. O emprego sistemático de determinando produto induz o desenvolvimento de resistência por parte dos fitófagos ou patógenos, o que acaba exigindo dosagens crescentes dos agrotóxicos. Além disso, a eliminação de inimigos naturais resulta em surtos ainda maiores e no surgimento de novas pragas. Em nível macro, ao longo dos anos, a utilização de agrotóxicos aumenta a incidência de pragas e a severidade do seu ataque.

Assim, na perspectiva de sustentabilidade, tanto a sanidade animal quanto a vegetal exigem outro padrão tecnológico no manejo dos agroecossistemas, que não estimulem o desenvolvimento de resistência nas pragas e doenças e que não perturbem os processos de controle naturais. Na agricultura

ecológica, todos os esforços são direcionados justamente para a estimulação desses processos de controle naturais, em lugar de sua substituição por processos artificiais.

A biomassa: elemento central na fertilidade do sistema

Nos ecossistemas naturais, é através da biomassa que os nutrientes são ciclados, é dela que se alimentam as complexas teias de vida que controlam as populações de cada espécie, impedindo sua transformação em praga. Também é da biomassa que se nutrem os complexos de vida que mantêm as boas propriedades dos solos. Assim, tanto para a nutrição mineral quanto para a sanidade, a biomassa é o elemento essencial para o correto equacionamento do problema.

Numa escala mais ampliada, é a biomassa que mantém os complexos de vida dos quais dependem todos os mecanismos de homeostase[1] da biosfera. Essa biomassa não constitui uma substância única e definida, mas um complexo de materiais de origem biológica, com variada composição química, estrutura física, cor, resistência mecânica e reação ao ataque de microrganismos.

Naturalmente, a biomassa produzida por um campo de milho é bem menos diversificada do que aquela produzida por uma floresta. Por isso, uma cobertura vegetal diversificada nutre um complexo de organismos também diversificado, dentre os quais sempre se identificam espécies antagônicas às pragas agrícolas. Por essa razão, as matas ciliares, as cercas-vivas e as faixas de vegetação espontânea funcionam nos agroecossistemas como reservas naturais de organismos para o controle biológico.

A grande dificuldade relativa à biomassa no trópico úmido é que sua decomposição é muito mais rápida do que a capacidade dos agroecossistemas de a produzirem nas quantidades necessárias. Enquanto florestas tropicais podem produzir até mais de 50t de matéria seca por ano por hectare, ecossistemas agrícolas produzem apenas umas poucas toneladas de resíduos, normalmente entre 5t e 10t. Assim, as medidas de manejo da fertilidade dos agroecossistemas devem estar voltadas a otimizar a produção de biomassa e/ou desacelerar sua decomposição.

O condicionamento climático

Por condicionamento climático se entende aquela faceta da organização da propriedade que visa a criar melhores condições de clima para as espécies de interesse agrícola. Em última instância, consiste na organização do meio para que os fatores climáticos da fotossíntese sejam otimizados. A produção total de uma lavoura depende da quantidade de fotossíntese líquida que ela é capaz de realizar durante seu

1 Homeostase: estado de equilíbrio do sistema vivo, que lhe permite se manter estável e se reproduzir ao longo do tempo.

ciclo. Por sua vez, a fotossíntese depende de trocas gasosas através dos estômatos, de modo que qualquer fator que leve ao fechamento dos mesmos reduzirá a produção final da lavoura.

Dentre os fatores que levam ao fechamento estomático, os mais importantes são os ventos fortes e o estresse hídrico. Os ventos normalmente acentuam o estresse hídrico porque aumentam a evapotranspiração, já se tendo identificado situações de até 750 mm de água "gastos" apenas pelo vento. Contudo, uma leve brisa é sempre favorável por renovar o estoque de gás carbônico que a fotossíntese ativa vai consumindo na filosfera.

Outro fenômeno muito conhecido e de efeito nefasto é o acamamento, que pode levar até a perda total de produção, dependendo da cultura e da fase em que ele ocorre. O risco de acamamento é sempre maior quando culturas desenvolvem parte aérea alta e pesada relativamente ao seu sistema radicular. Isso ocorre particularmente em culturas sob forte cobertura nitrogenada e sem barreiras para o vento.

Outro aspecto importante do condicionamento climático é o mecanismo de defesa das plantas contra temperaturas extremas e luz excessiva. Ao se elevar a temperatura além de determinado limite, característico de cada espécie, a respiração cresce mais do que a fotossíntese, resultando numa fotossíntese líquida menor. Quando a luminosidade ultrapassa o limite da espécie, há uma perda líquida de fotossintetatos conhecida como fotorrespiração.

Por essas razões, a instalação de barreiras contra os ventos fortes e de faixas de vegetação apropriadas exerce um efeito favorável à fertilidade do agroecossistema, desde que mantenham a temperatura dentro dos limites exigidos pelas culturas e promovam, quando pertinente, algum sombreamento. Um exemplo interessante é a arborização do café. Gerando leve sombra, a arborização contribui para a estabilização do ambiente do cafezal, atenuando os extremos de temperatura elevada e protegendo-o contra geadas leves. Ao longo do tempo, essa estabilização tende a resultar em safras melhores e mais sanidade.

Organização espacial e funcional do sistema

Os fatores definidores da fertilidade - luz, água, ar, nutrientes minerais, temperatura e sanidade - no contexto das explorações agrícolas não irrigadas, normalmente podem ser reduzidos a três variáveis efetivamente manejáveis: o ativo de biomassa, o ativo de nutrientes minerais e os elementos de condicionamento climático. A organização espacial e funcional da propriedade deve ser orientada para incrementar esses ativos de biomassa e nutrientes minerais e para favorecer o condicionamento climático. Quando se dispõe de irrigação, a água deixa de ser um dado e passa a ser também uma variável.

Para a otimização da fertilidade, a organização da propriedade rural envolve um aspecto espacial ou estrutural e um aspecto funcional. Em termos dos elementos

estruturais que afetam a fertilidade destacam-se: a ocupação da área (culturas permanentes, temporárias, pastos e matas), a divisão da área em talhões, os elementos de condicionamento climático (quebra-ventos, cercas vivas), as benfeitorias e sua localização.

A organização funcional se refere ao modo como as atividades produtivas são conduzidas, às interações que essas atividades mantêm entre si e à forma como tais interações são manejadas. Por exemplo, a fertilidade num sistema de produção que inclui pecuária leiteira e cafeicultura depende de como se maneja as complementaridades ou conflitos entre elas, com relação à ocupação da terra, coleta e manejo do esterco, aproveitamento da mão-de-obra, etc.

Na intenção de mimetizar a natureza na organização funcional do sistema de produção, prevalece a preocupação de que não haja lixo ou resíduos. Para isso, os subprodutos de uma exploração devem ser aproveitados como insumos em outra exploração, preferencialmente no âmbito da mesma propriedade. Nesse sentido, não basta que o sistema seja diversificado; é necessário que seja funcionalmente diversificado. Nessa funcionalidade, além dos aspectos biológicos, é preciso assegurar a compatibilidade em termos do uso da força de trabalho. A organização estrutural e a funcional da propriedade precisam estar adequadas uma à outra.

O manejo da fertilidade centrado na biomassa implica uma intensidade de transporte muito além de uns poucos sacos de adubo, de modo que a minimização do trabalho e dos gastos com transporte é sempre bem-vinda. O ideal é que cada forma de biomassa seja produzida no local onde será utilizada.

Na maior parte das propriedades, a localização das benfeitorias no passado foi planejada em função da proximidade da água e/ou das estradas de acesso. Na atualidade, essa localização gera conflitos e dificuldades, especialmente para o manejo dos agroecossistemas em microbacias hidrográficas. Por exemplo, a localização do chiqueiro na parte mais baixa do terreno onera e dificulta a utilização do esterco como fertilizante morro acima, além de gerar um risco constante de contaminação dos cursos d'água.

Explorações produtoras e consumidoras de fertilidade

Uma vez que os elementos de condicionamento climático estejam instalados e bem manejados, a fertilidade deve ser orientada no sentido de se ampliar o ativo de biomassa e de nutrientes em ciclagem no agroecossistema. Explorações ou técnicas que ampliam esses ativos são produtoras de fertilidade, enquanto aquelas que reduzem esses ativos desgastam a fertilidade.

A produção de biomassa num talhão depende da cultura utilizada e do tempo que essa cultura cobre ativamente o terreno. A cobertura mais eficiente é a floresta, porque explora vários estratos de luz e colhe luz todos os dias do ano. Dentre as culturas agrícolas, quanto mais longo o período de cobertura do terreno maior tende

a ser a produção de biomassa. Gramíneas perenes do ciclo C4, nas condições dos verões tropicais, são mais eficientes que plantas do ciclo C3.

Nos sistemas agrícolas, a menor produção de biomassa em relação à floresta é devida preponderantemente aos longos períodos sem cobertura fotossintetizante, tais como as épocas de preparo de terreno e os períodos que medeiam a maturação fisiológica de uma cultura e a cobertura do terreno pela seguinte. Isso porque, para a maioria das culturas agrícolas, 95% da radiação fotossinteticamente ativa é aproveitada quando o índice de área foliar é maior que três.

Assim, culturas ou técnicas que expõem o terreno ao sol e à chuva contribuem para o empobrecimento do sistema. Durante o período de exposição, continua a decomposição da biomassa no solo e sobre o solo, mas nenhuma biomassa é produzida no terreno. Os nutrientes liberados nessa decomposição correm o risco de lixiviação, porque não há trama radicular ativa para reabsorvê-los. A erosão tende a causar maiores perdas do que em terrenos vegetados.

O revolvimento do solo é outro fator de declínio da fertilidade, uma vez que acelera a decomposição da matéria orgânica e aumenta a erodibilidade da camada arada. Textos de agronomia do começo do século costumavam afirmar que uma boa aração corresponde a uma adubação. Esse efeito se devia basicamente à ativa decomposição da matéria orgânica causada pelo revolvimento. Contudo, diminui à medida que a reserva de matéria orgânica no corpo do solo se esgota. Infelizmente esse é o caso da maioria dos terrenos agrícolas do Brasil, já cultivados há décadas ou

Tabela IV.1

Extração de NPK (kg) por algumas culturas

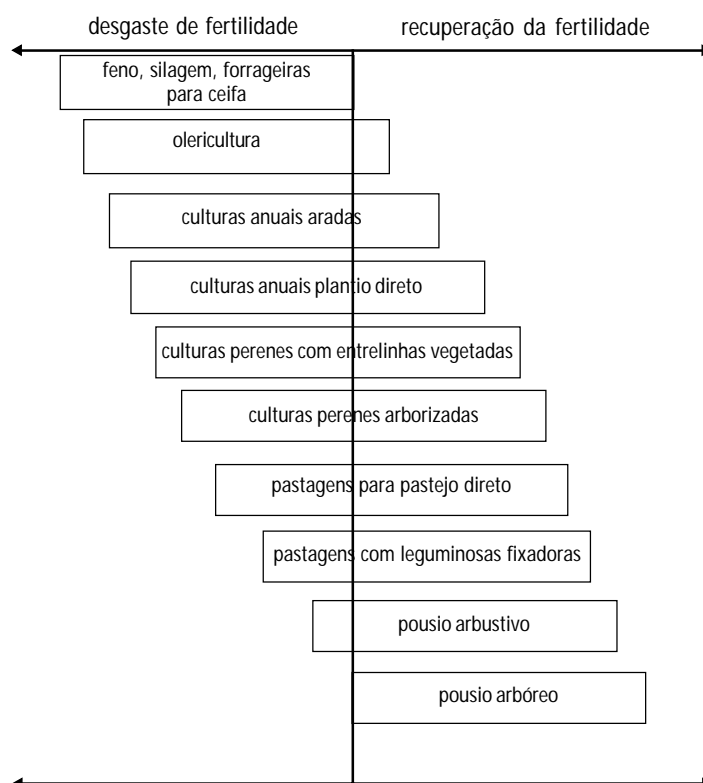
Cultura	Produção	N	P	K
arroz	4t de grãos	52	13	9
milho	5t de grãos	115	28	35
trigo	3t de grãos	75	15	12
feijão	1t de grãos	37	4	22
soja	3t de grãos	173	26	57
cana-de-açúcar	100t de colmos	132	8	110
mandioca	42t de raizes	153	17	85
batata-doce	40t de raizes	53	27	102
batatinha	40t de tubérculos	80	5	100
seringueira	1,1t de látex seco	7	2	4

(Adaptada de Malavolta, 1976 e de Franco, 1986)

mesmo séculos. Outro fator de declínio da fertilidade dos agroecossistemas é seu empobrecimento em nutrientes minerais, que se deve à lixiviação, à erosão, e à extração pelas culturas.

A extração pelas culturas depende da quantidade e da natureza do produto colhido. A produção de silagem ou de feno promove o máximo de extração do sistema, uma vez que, exceto o que está nas raízes, tudo o que foi absorvido é exportado, inclusive toda a biomassa aérea produzida. No outro extremo, a produção de borracha é de baixíssima extração, uma vez que o látex da seringueira é quase que exclusivamente composto de carbono, hidrogênio e oxigênio.

Figura IV.2

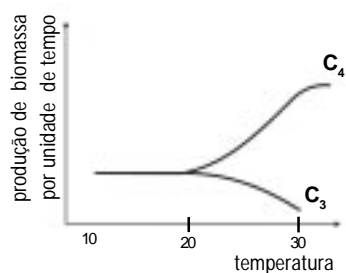
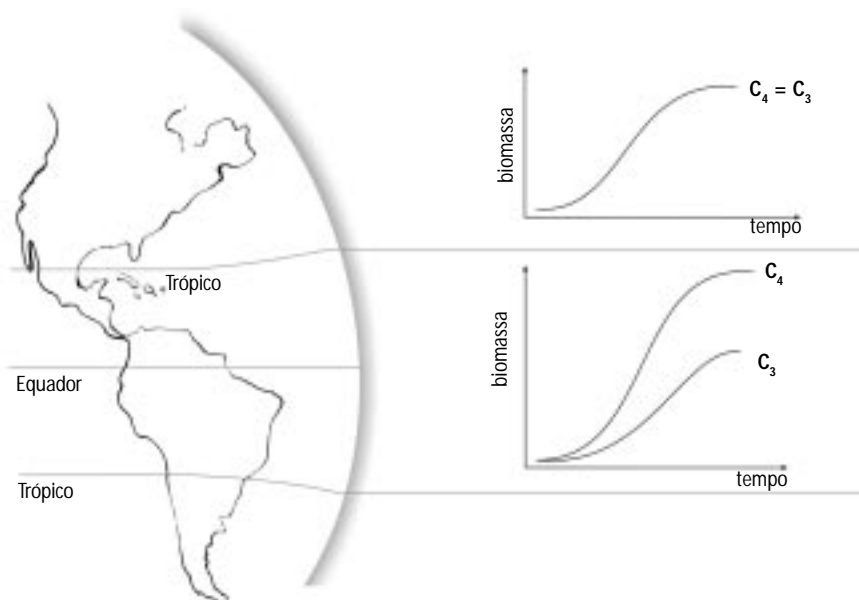
Desgaste/recuperação da fertilidade segundo o tipo de cultura e de manejo

Observar que o máximo desgaste se dá quando toda a biomassa e nutrientes minerais são retirados, e a máxima recuperação, quando se deixa em pousio arbóreo. As posições relativas das explorações intermediárias se referem à condição predominante na agricultura brasileira. A posição ocupada por determinado tipo de exploração, por exemplo culturas anuais em preparo convencional, pode ser alterada para pior ou melhor, dentro de certos limites, segundo o manejo.

Materiais ricos em água, como tubérculos e colmos de cana extraem grandes quantidades de potássio. Materiais folhosos extraem grandes quantidades de nitrogênio. Sementes e grãos extraem grandes quantidades de nitrogênio e de fósforo, mas quantidades relativamente modestas de potássio (Tabela IV.1).

Para a recomposição da fertilidade, o caminho é exatamente o oposto ao do seu desgaste. Plantas capazes de reintroduzir nutrientes minerais no sistema e/ou que produzem quantidades importantes de biomassa são recriadoras da fertilidade.

Analogamente, os sistemas de produção ou métodos de cultivo podem ser classificados em termos de seu impacto sobre a fertilidade. Considerando-se

Figura IV.3

Produção de biomassa por plantas dos ciclos C_3 e C_4

uma mesma cultura, o preparo convencional do solo é sempre mais desgastante que o plantio direto.

Com base na sua capacidade de criar ou desgastar a fertilidade do sistema, pode-se organizar numa escala os tipos de exploração mais desgastantes ou mais recuperadores da fertilidade (Figura IV.2).

O desgaste ou recuperação da fertilidade do sistema como um todo depende de como ele integra esses diferentes tipos de explorações. Por exemplo, um sistema de produção totalmente ocupado por olerícolas necessariamente desgastará sua fertilidade, obrigando-se a aquisições constantes de biomassa e nutrientes minerais para se manter. Se esse mesmo sistema estiver ocupado com olerícolas e pastos permanen-

Figura IV.4

Ciclagem de nutrientes em pastos com ou sem animais

A - Sem animais

O material senescido é pobre em nutrientes, que são liberados lentamente e logo reabsorvidos. As perdas são relativamente pequenas

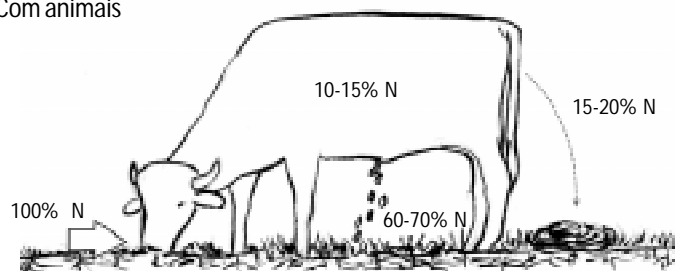
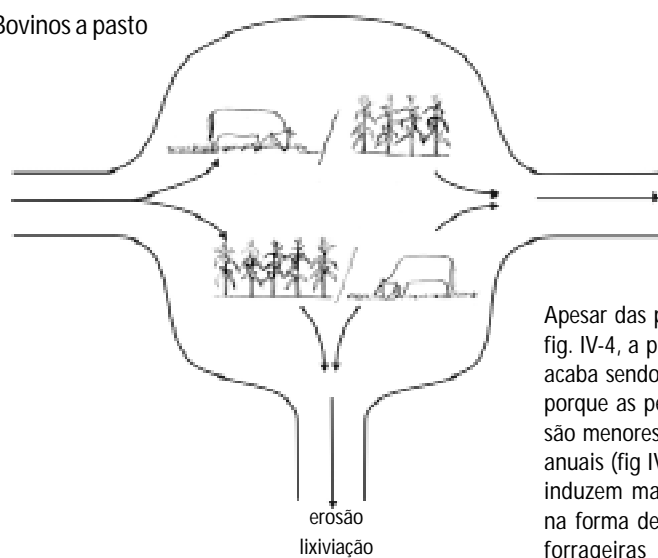
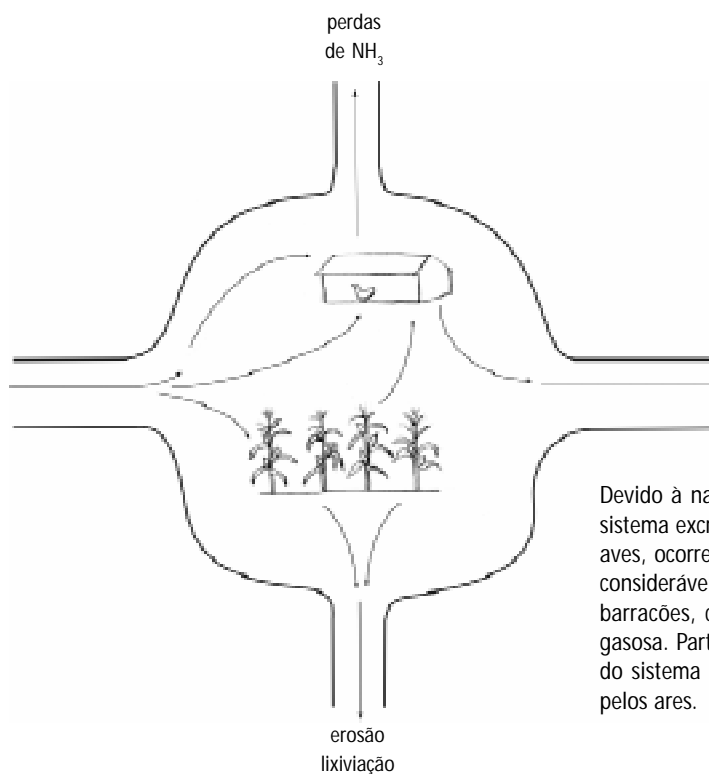
B - Com animais

O animal separa e concentra o N da pastagem. De 100% de N ingerido, 2/3 são excretados na urina, propiciando perdas elevadas por lixiviação (para detalhes, ver os animais no sistema e figura IV-17)

Figura IV.5

Sistemas incluindo lavouras e criações

A - Bovinos a pasto

Apesar das perdas descritas na fig. IV-4, a presença de bovinos acaba sendo benéfica. Isso porque as perdas na pastagem são menores que nas lavouras anuais (fig IV-2) e porque induzem maior diversificação, na forma de culturas forrageiras

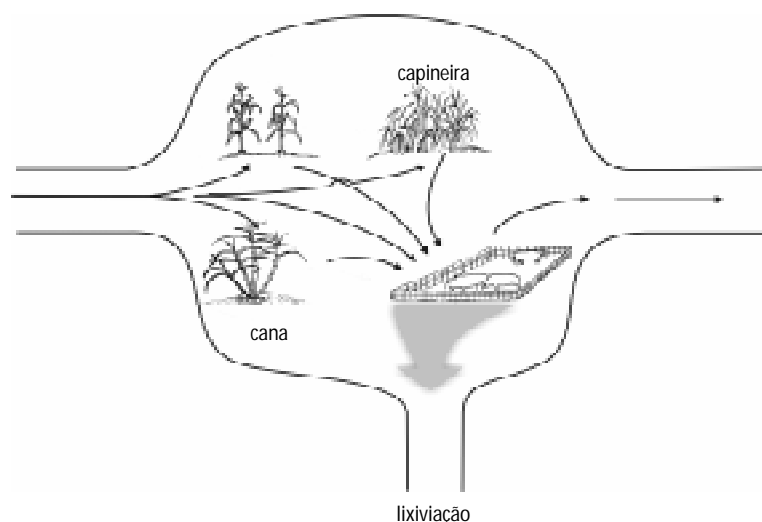
B - Aves em barracão

Devido à natureza do sistema excretor de N nas aves, ocorrem perdas consideráveis dentro dos barracões, como amônia gasosa. Parte da fertilidade do sistema literalmente vai pelos ares.

tes com leguminosas, sua fertilidade poderá ser sensivelmente mais sustentável. Um sistema quase todo ocupado por mata nativa ou pousio arbóreo tenderá sempre a um alto nível de fertilidade, quaisquer que sejam as formas menores de ocupação da área.

Focalizando separadamente cada um desses tipos de exploração, todos eles podem ser mais ou menos desgastantes/recuperadores da fertilidade, segundo sua composição florística e o manejo que se lhes dá. De um modo geral, quanto maior a quantidade de biomassa que fica no terreno, menor é o desgaste. Por exemplo, em terrenos ocupados com lavouras anuais, o impacto tende a ser tanto menor quanto maior for a participação de gramíneas, especialmente as do ciclo C4 (Figura IV.3). Culturas que produzem pouca palha, como o feijão e o algodão, aceleram o desgaste, de modo similar a culturas mantidas sempre no limpo.

Em termos de nutrientes minerais, culturas com capacidade de agregá-los ao sistema, especialmente plantas fixadoras de N, contribuem para a recuperação da fertilidade. Todavia, após o corte, o efeito da cultura recuperadora pode se perder rapidamente. O nitrogênio contido nas folhas, sob calor e umidade, é quase todo convertido a nitrato em poucas semanas, podendo ser lixiviado se não houver uma cultura com sistema radicular denso e capaz de rapidamente absorvê-lo. Para esse trabalho, são especialmente eficientes as gramíneas de crescimento rápido e alta resposta ao nitrogênio, como o milho, o sorgo, o milheto e a aveia.

Figura IV.6

Perdas por confinamento de bovinos

A área onde se confinam os bovinos funciona como um grande dreno, por onde a fertilidade do sistema se esvai (ver figuras IV-1, IV-5 e IV-17). É uma forma eficiente de contaminar o ambiente, aumentar a dependência de fontes externas de nutrientes. Seus incovenientes podem ser parcialmente contornados, mas nunca eliminados (ver ítem - Os animais e a fertilidade do sistema).

Uma idéia bastante difundida é que a presença de animais contribui para melhorar a fertilidade do sistema. Em princípio, isso não é verdadeiro uma vez que os animais não criam fertilidade, apenas a transferem. Nessa transferência, aceleram as perdas de N e, em menor escala, as de K (Figura IV.4 e IV.5)

No entanto, as criações tendem a contribuir indiretamente para a fertilidade do sistema, devido à introdução de culturas forrageiras e de biomassa sob a forma de ração. Além disso, as criações tendem a diversificar as fontes de renda, aumentando os recursos disponíveis na propriedade para custear materiais ou operações necessárias à manutenção da fertilidade no sistema.

Nas criações confinadas, as instalações e seu manejo são os fatores de maior impacto sobre a fertilidade, podendo agir como drenos de biomassa e de nutrientes (Figura IV.6). No confinamento, toda a biomassa e nutrientes minerais contidos nos alimentos é direcionada às instalações onde ficam os animais, configurando um ponto de convergência da fertilidade do sistema. Uma pequena rachadura no piso de um estábulo ou chiqueiro é um ralo por onde se pode estar perdendo N e K. As perdas de N sob a forma de amônia são também generalizadas. Para conter essas perdas é preciso manter o piso impermeabilizado, sem frestas, e uma "cama" espessa, que iniba a volatilização de amônia.

A organização da propriedade para a manutenção da fertilidade no sistema

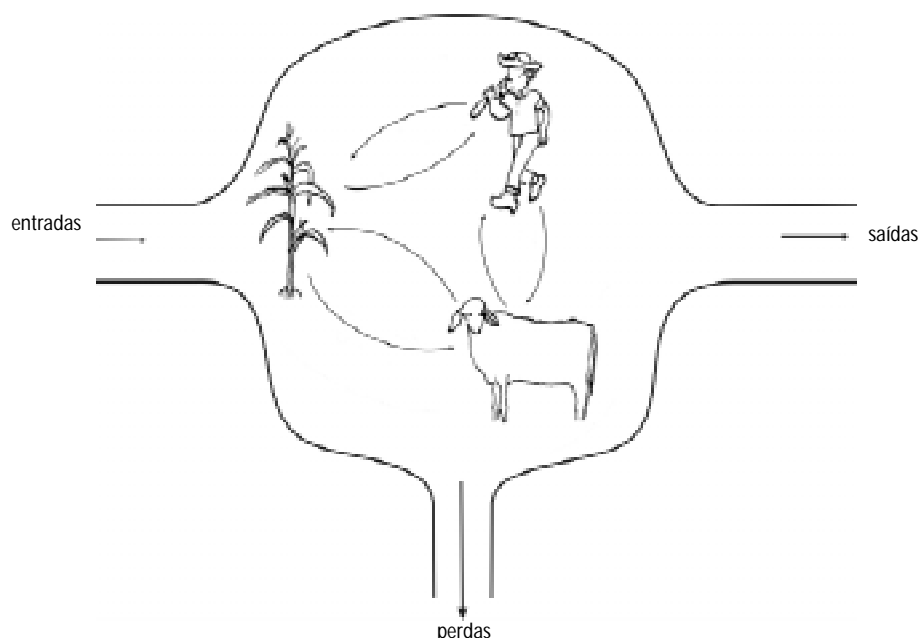
Nessa linha de raciocínio, percebe-se que a organização espacial e funcional da propriedade tem uma estreita ligação com a manutenção da sua fertilidade. Na maioria das situações, nenhum elemento estrutural ou funcional pode ser isoladamente responsabilizado pelo status de fertilidade de um sistema. Esse status é definido ao longo do tempo, segundo a forma como o sistema se estrutura e é manejado. O desafio consiste justamente em enfocar cada sistema e determinar que aspectos comportam modificações favoráveis à manutenção ou melhoria de sua fertilidade.

A organização ideal é aquela que concilia o maior número de atributos criadores de fertilidade. O primeiro passo é sempre estancar as perdas de biomassa e de nutrientes minerais que ocorrem nos campos de cultivo e nos espaços onde se confinam animais. Com o condicionamento climático, eventualmente incluindo irrigação, pode-se desencadear ganhos em produtividade do sistema, através do incremento da fotossíntese e da biodiversidade.

A ciclagem interna de biomassa

Para melhor compreender a ciclagem de biomassa e suas conseqüências sobre a fertilidade dos agroecossistemas, utiliza-se alguns conceitos da ecologia, considerando a propriedade como um sistema biológico.

Figura IV.7

Representação esquemática de um sistema plantador e criador

A propriedade como sistema biológico

Um sistema se caracteriza por ter limites, componentes e interações entre seus componentes. Um sistema biológico é chamado aberto se realiza trocas com o ambiente. Uma propriedade rural pode ser abordada como um sistema biológico conduzido pelo homem e que troca materiais e energia com o meio externo.

Os limites do sistema são aqueles dentro dos quais se exerce a autoridade gerencial do agricultor, normalmente coincidindo com os limites da propriedade. Os componentes maiores do sistema são as plantas, os animais e a família, que mantêm uma teia de interações entre si.

Para facilidade de compreensão, será considerado um sistema de produção com componentes vegetais e animais (Figura IV.7). Sistemas de produção constituídos exclusivamente de lavouras ou de criações podem ser considerados simplificações desse tipo diversificado.

Do ponto de vista dos agricultores, as principais entradas contabilizadas nos sistemas agrícolas são os insumos para a produção - energia, equipamentos, rações - e bens para uso da família. As principais saídas são os produtos agrícolas. A cada ciclo de produção ocorrem perdas, que também têm de ser debitadas do sistema.

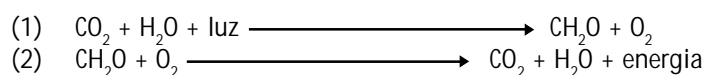
Numa visão biológica macro, esse sistema pode ser visto como um complexo industrial gerenciado pelo agricultor, cujo combustível fundamental é a energia solar que as plantas fixam pela fotossíntese. Suas matérias-primas básicas são a água, o gás carbônico e pequenas quantidades de nutrientes minerais. Como água, gás carbônico e luz solar, em regra, não são pagos, também não são contabilizados.

Do ponto de vista ecológico, esse sistema pode ser considerado como um conjunto de dois grupos de organismos: os produtores - representado por todos os vegetais que fazem fotossíntese - e os consumidores, que são os demais organismos. A energia fixada pelos produtores alimenta a cadeia de consumidores, que a dissipam até sua liberação total. O sistema se caracteriza então pela contínua ciclagem de energia, analogamente a uma floresta, com a diferença que parte dessa energia é exportada, embutida num produto agrícola.

As lavouras, pastagens, reservas de floresta e outras formas de cobertura vegetal produzem biomassa a partir da luz. Teoricamente, o potencial de produção de biomassa é primariamente definido pela disponibilidade de luz, mas raramente é alcançado, uma vez que outros fatores impedem o atingimento desse potencial. Dentre tais fatores, destacam-se o suprimento de água e de nutrientes minerais, que definem um novo teto, mais baixo, de produção de biomassa.

Da biomassa produzida, parte é exportada como produto vegetal e parte é gasta no próprio sistema pelos consumidores aí presentes. Dentre esses consumidores, destaca-se a família, as criações, as pragas, a mesofauna do solo e os organismos decompositores. Pássaros e outros animais silvestres também podem ser importantes.

As equações químicas básicas desse sistema são a da fotossíntese (1) e a da respiração (2):

(1) $CO_2 + H_2O + luz \longrightarrow CH_2O + O_2$
(2) $CH_2O + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + energia$

A reação da fotossíntese (1) consiste na fixação de energia luminosa em compostos de carbono, a partir do CO_2 e da água. Esses compostos de carbono, genericamente chamados de carboidratos (CH_2O), são a base energética para todos os animais, direta ou indiretamente. No final dessa cadeia alimentar se encontram os organismos decompositores, que derivam sua energia dos resíduos vegetais e animais, finalizando o processo de liberação da energia fixada na fotossíntese.

Assim, o número e a diversidade de animais no sistema depende da sua produção vegetal. Por isso, a produtividade do sistema depende primordialmente da eficiência de fixação de energia pela sua cobertura vegetal.

Considerando-se o ciclo de decomposição da matéria orgânica até retornar a CO_2 e água, todos os animais são intermediários entre os produtores e os decomposito-

res. Sob esse prisma, os animais e os decompositores competem pelo mesmo substrato. Num sistema agrícola sem criações, toda a digestão da biomassa pode ser operada pelos decompositores. Quando há criações, uma parte da energia e dos nutrientes contidos na biomassa é direcionada à sua alimentação, sob o gerenciamento do agricultor.

A competição pela biomassa entre as criações e os decompositores tem importantes reflexos na fertilidade. Os microrganismos do solo, e especialmente a mesofauna, dependem da biomassa vegetal para se alimentar. Quando essa biomassa é orientada, mormente às criações, a mesofauna e os microrganismos definham por falta de alimento.

Uma das causas mais importantes de declínio da fertilidade do sistema após a remoção da floresta está precisamente na incapacidade dos sistemas agrícolas implantados produzirem biomassa suficiente para manter o complexo de consumidores. Esse complexo de consumidores, especialmente a mesofauna e os decompositores finais, é o responsável pela manutenção de inúmeras propriedades do solo agrícola, tais como a porosidade, a agregação, a retenção de água, a friabilidade, o teor de húmus e parte da regulação das populações de organismos fitopatogênicos. Por isso, seu definhamento leva à degradação das características desejáveis do solo, a alterações na ciclagem dos nutrientes minerais e ao aumento do problema com pragas e/ou doenças.

De modo mais amplo, todos os ciclos de vida e mecanismos de autocontrole da natureza se nutrem da energia liberada durante a degradação da biomassa. O equilíbrio entre as populações de todos os seres, as propriedades edáficas, a biodiversidade e a produtividade dos ecossistemas naturais dependem da energia liberada passo a passo na decomposição da biomassa.

A cadeia de decomposição da biomassa

Entre a biomassa fresca produzida pela planta verde e os componentes minerais finais do processo, o caminho poderá ser direto ou passar por várias etapas de decomposição. O caminho direto ocorre em condições de umidade e temperatura elevadas, que favorecem o pronto ataque por microrganismos decompositores. Quanto mais quente e úmido o ambiente, maior a fração da biomassa diretamente degradada.

O caminho que passa por várias etapas exibe maior biodiversidade de consumidores. Nesse caso, os primeiros consumidores aproveitam os compostos de mais fácil ataque químico, de modo que, quanto mais próximo do final da cadeia, maior a estabilidade química do material remanescente.

Isso pode ser visualizado através de um corte vertical numa cobertura florestal. A decomposição se inicia no topo das árvores, quando a folha recém-produzida é atacada por um fungo, comida por inseto ou qualquer outro consumidor. Se não

tiver sido comida ainda verde, mais tarde acabará caindo, já senescida, sobre o manto da serapilheira. Na serrapilheira, é atacada por uma seqüência de organismos - primeiro os organismos maiores e, a seguir, os progressivamente menores. Nesse processo, vai se reduzindo o tamanho das partículas e se alterando sua composição química – primeiro, são consumidos os carboidratos mais solúveis, depois os compostos de celulose e finalmente os compostos derivados de lignina (Ver Cap. III).

Uma parte desse material da serrapilheira, já mais fino, é introduzida no corpo do solo pela ação de organismos como as minhocas e de vários artrópodes, coletivamente designados como a mesofauna do solo. Uma vez no corpo do solo, os resíduos da biomassa original são atacados sobretudo por microrganismos. Essa fase é mais lenta que as anteriores, uma vez que a natureza química desses resíduos, concentrada em derivados da lignina, é mais resistente à degradação. É nessa fase que se formará a fração húmica do solo - a última etapa antes da reversão total a gás carbônico, água e nutrientes minerais.

A observação mostra que enquanto há biomassa em quantidade suficiente no sistema para alimentar todo o complexo biótico da cadeia de degradação, o sistema se mantém homeostaticamente. Quando a fonte de biomassa se empobrece, as boas condições para o desenvolvimento vegetal são prejudicadas, iniciando-se a espiral de decadência da produtividade.

Assim, quando se substitui uma mata produzindo 40 t/ha de matéria seca por ano por uma lavoura de milho produzindo 4t/ha de restos de cultura, a maior parte dos organismos morre de inanição. O trabalho que esses organismos realizava deixa de ser realizado, exigindo a entrada de energia externa. O processo contínuo de revolvimento do solo que a mesofauna realizava todos os dias precisa ser substituído pela operação de aração. O processo de controle de insetos pelos inimigos naturais é substituído por um produto, o inseticida.

De um sistema auto-sustentado, cuja manutenção se dá por processos, passa-se a outro sistema fortemente dependente de interferências por operações ou produtos. O desafio nos sistemas agrícolas consiste justamente em tentar maximizar a produção de biomassa, criando condições para o estabelecimento dos mecanismos naturais de homeostase. Tais mecanismos constam de ações cujo efeito é de curta duração, mas que se mantém porque tais ações são repetidas continuamente pelo meio vivo.

Posto dessa forma compreende-se por que o objetivo final do manejo para a manutenção da fertilidade do sistema é a otimização da produção de biomassa, para a qual devem convergir todas as práticas de manejo das lavouras, dos animais e do solo.

As vias usuais de ciclagem de biomassa

Nos sistemas agrícolas, os mecanismos biológicos são os mesmos dos sistemas naturais, mas o fluxo de biomassa é modificado pela gerência do agricultor, configu-

rando novos padrões de ciclagem. Do ponto de vista da gerência, distinguem-se três modalidades de ciclagem, aqui designadas como automática, intencional e natural.

Ciclagem automática

A ciclagem automática resulta da marcha das atividades agrícolas sem que dela os agricultores se dêem conta. As formas mais usuais de ciclagem automática são os restos de culturas (espalhados, enleirados ou empilhados no campo) e o transporte de materiais para as proximidades da residência e das instalações dos animais.

Quando essa ciclagem automática deixa os resíduos no campo onde foram produzidos, espalhados ou em pequenas leiras, não resultam maiores prejuízos. No entanto, as perdas de fertilidade costumam ser importantes quando há grandes concentrações de biomassa em espaços relativamente pequenos ou em locais que não permitem o crescimento de plantas. Esse é o caso das imediações da residência, das instalações para criações e de grandes pilhas de palhadas.

Para as imediações da residência normalmente converge biomassa de toda a área do sistema sob a forma de palhas e cascas (por exemplo, de milho, de feijão, de amendoim, etc.), dejeções de aves e suínos criados soltos, além de resíduos os mais diversos. Ao longo do tempo, essa convergência resulta no enriquecimento dessa área às expensas das áreas de coleta da biomassa. Contudo, esse enriquecimento não é bem aproveitado porque as criações soltas restringem ou mesmo impedem o desenvolvimento de plantas de interesse do agricultor.

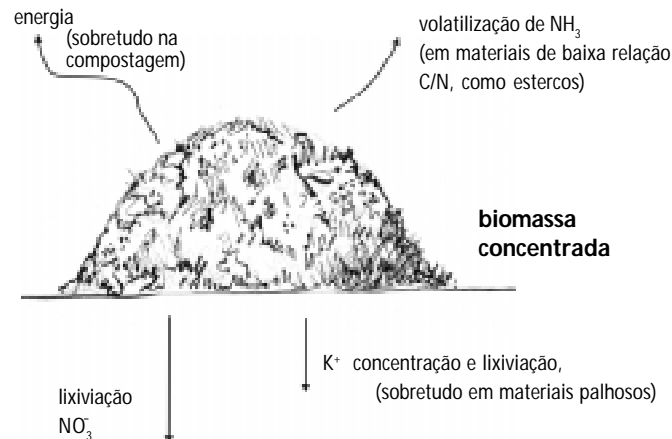
Uma alternativa é tornar essa convergência automática de fertilidade uma forma de ciclagem intencional. Para isso, reserva-se uma área próxima da residência para a disposição desses materiais e nela se cultivam espécies que potencializem o aproveitamento do poder fertilizante do material da biomassa convergida.

Situação semelhante ocorre no mangueirão de porcos. Normalmente, os agricultores necessitam de um a dois hectares de milho para manter porcos e galinhas, quando essas criações visam prioritariamente ao consumo familiar. Considerando-se que os suínos consomem a maior parte desse milho, grosso modo, o mangueirão recebe quase todos os nutrientes minerais extraídos do solo pelo milho, ano após ano.

Quando o mangueirão é amplo o suficiente para permitir crescimento vegetal ativo, as perdas são parcialmente contidas. Contudo, quando o mangueirão é apenas uma área de passeio dos porcos, cuja atividade impede o crescimento de ervas, então as perdas são elevadas. Para contornar esses problemas, é preciso passar para formas de criação ou completamente confinadas e com cama abundante ou amplamente extensiva.

Uma terceira forma usual de se perder fertilidade é promover grandes concentrações de biomassa em qualquer espaço do sistema (Figura IV.8). Quando ocorrem essas concentrações, por exemplo, para se trilhar cereais, há perdas tanto de nutri-

Figura IV.8

Perdas de energia e nutrientes ocasionadas pela concentração de biomassa

Em condições naturais, quando a biomassa em decomposição está distribuída em uma camada relativamente fina, constituída sobretudo de material senescido, todas essas formas de perda são minimizadas. A energia liberada na compostagem como calor constitui perda, pois poderia estar sendo utilizada para nutrir a complexa biodiversidade envolvida na decomposição de resíduos. Essa biodiversidade (detritívoros, mesofauna, microorganismos do solo) contribui para as boas propriedades do solo e o controle de pragas.

entes quanto de energia útil da biomassa. As palhadas em geral contêm importantes quantidades de K, que é arrastado para o solo sob a pilha, de onde pode ser lixiviado ou retido no complexo coloidal da fração argila, dependendo da natureza do solo. De qualquer maneira, mesmo não sendo lixiviado, o K concentrado no local ou sob a pilha não resulta em benefício para as culturas crescendo ao largo de todo o campo.

A perda de energia útil da biomassa se refere ao ataque rápido do material empilhado diretamente por microrganismos decompositores. As primeiras chuvas ou o próprio peso da pilha compactam a biomassa, criando um ambiente pouco oxigenado, no qual o material apodrecerá.

Como o benefício mais visado de toda a biomassa é nutrir o complexo de vida do qual dependem as boas propriedades do solo, especialmente mesofauna, o empilhamento resulta num desperdício de energia. Mais tarde, esse desperdício de energia é cobrado ao sistema na forma de operações (arações, subsolagens, cultivos), porque não se alimentou o processo natural de manutenção das boas propriedades do solo.

Ciclagem intencional

A ciclagem intencional resulta de decisões conscientes do agricultor visando ao aproveitamento do poder fertilizante da biomassa, por exemplo, na coleta, transpor-

te e aplicação de esterco, no uso de palhas para cobertura morta ou cama para animais, no cultivo de adubos verdes e plantas de cobertura. A ciclagem intencional evidencia um importante avanço do agricultor na compreensão do manejo da fertilidade do sistema, o que lhe permite avanços mais rápidos do que apenas com a ciclagem automática.

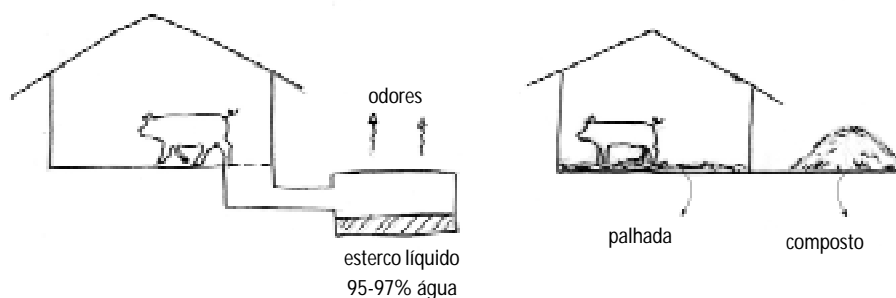
Contudo, na maioria dos sistemas agrícolas brasileiros, a ciclagem intencional, quando presente, se restringe ao uso de parte do esterco produzido e ao cultivo de algum adubo verde ou planta de cobertura. Por desconhecimento e também por motivos de ordem prática, raramente a ciclagem intencional é explorada em sua plenitude.

Dentre os motivos de ordem prática, a ciclagem intencional de biomassa é dificultada sobremaneira pela inadequada organização espacial e funcional da propriedade. Com freqüência, as instalações para animais não têm piso impermeabilizado e estão à beira de pequenos cursos d'água, nas posições mais baixas do terreno. Assim, a urina se perde, a coleta das fezes é difícil e o transporte penoso.

Para que esses obstáculos sejam superados, cada agricultor precisa dispor de conhecimentos e estar convencido da importância de otimizar a ciclagem da biomassa, de modo que ele mesmo possa definir quais pontos são passíveis de aprimoramento à luz dos seus recursos. Nesse sentido, o reaprendizado de observar a natureza e tentar reproduzir seu funcionamento nos sistemas agrícolas pode ser de muito auxílio.

Figura IV.9

Coleta de esterco com água ou sobre palhada

A - Coleta de esterco com água

Além dos odores, a coleta de esterco líquido onera a distribuição do material pela introdução de água. Em caso de vazamento, o material logo alcança os cursos d'água, com risco de forte impacto ambiental. O gás metano, produzido nos tanques (esterqueiras), contribui fortemente para o efeito estufa. A coleta de esterco sobre palhada não apresenta esses inconvenientes. O volume a distribuir é sensivelmente menor. Contudo, para que sus vantagens sejam alcançadas, exige quantidades adequadas de palhas, maravalha , pó-de-serra ou material semelhante.

Por outro lado, tentar resolver problemas com soluções diversas daquelas da natureza costuma trazer outros problemas. Um exemplo é a construção de tanques para a recepção de dejetos de suínos, e eventualmente de bovinos, misturados com água. Sem dúvida, em comparação com o lançamento no curso d'água mais próximo, esse tipo de coleta representa um aprimoramento na ciclagem de biomassa no sistema e protege a água.

Contudo, a idéia de remover excrementos com água é um grande engano. A água é um material inerte que onera o transporte e aumenta o risco de contaminação ambiental. Além disso, o tanque apresenta a desvantagem de produzir mau cheiro. Na natureza, os excrementos são deixados pelo animal nas proximidades do local onde a forragem foi produzida. Para dormir, os animais procuram espaços de palha seca e macia. Essa observação pode levar a idéias como o pastoreio rotativo ou o confinamento com palhada abundante (Figura IV.9), ambos de menor risco ambiental e melhor aproveitamento do esterco, com menor custo energético e de trabalho.

Ciclagem natural

Ao contrário das formas de ciclagem anteriores, a ciclagem natural não é antrópica, isto é, não exige trabalho humano. Ocorre naquelas áreas da propriedade onde a natureza cuida de si mesma, tais como capões de mata, brejos e campos nativos.

Como não exige trabalho, é a forma de ciclagem ideal para quebra-ventos, cercas-vivas, áreas de reserva e similares. Embora possam não produzir economicamente em si mesmas, essas áreas contribuem para o condicionamento climático e a produção de biomassa do sistema.

Desde que sejam pouco alteradas pelo agricultor e pelas criações, essas áreas de ciclagem natural funcionam como reservatórios de biodiversidade na propriedade. Isso, freqüentemente, é benéfico para o controle de pragas das lavouras, mas eventualmente também pode trazer riscos, sobretudo em termos de pássaros e roedores, de predadores de aves domésticas e de animais peçonhentos.

A ciclagem ideal na agricultura ecológica

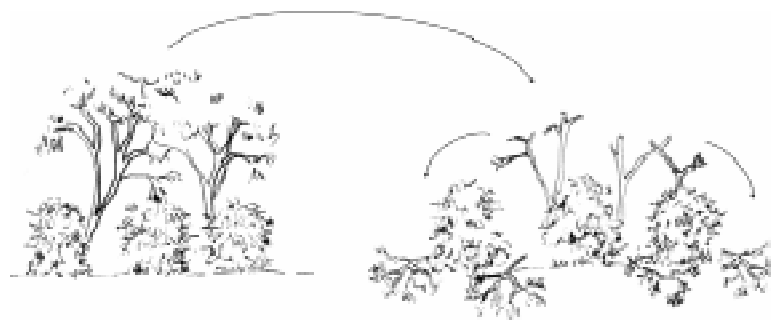
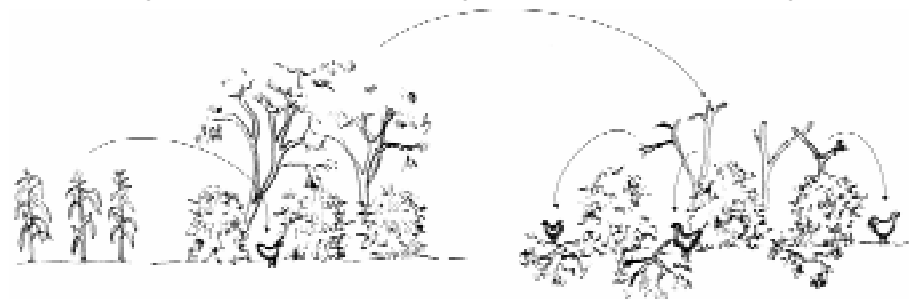
Na conversão das propriedades para a agricultura ecológica o objetivo último é o de tornar a ciclagem intencional o mais próximo possível da natural, de modo a otimizar sua eficiência biológica e a minimizar a necessidade de trabalho. É preciso que o modelo de ciclagem da natureza para a exploração visada seja bem conhecido pelo agricultor, de modo que o desenho intencionalmente implantado reproduza ao máximo a natureza (Figura IV.10).

Por exemplo, num cafezal, as necessidades de biomassa e nutrientes para a manutenção da fertilidade do sistema podem ser supridas por esterco produzido em outra área da propriedade (Figura IV.10-A). Isso requer a coleta, o armazenamento, o

Figura IV.10

Estratégias de adubação em cafezais orgânicos e sustentabilidade

A - Cafezal orgânico mantido com esterco externo

B - Cafezal orgânico mantido com podas de leguminosas arbóreas e pós de rochas

C - Cafezal orgânico mantido com podas de leguminosas arbóreas e esterco de galinhas

Em **A,** a estratégia consiste essencialmente na transferência de fertilidade do pasto para o cafezal.

Em **B**, o próprio cafezal produz a maior parte do seu material para fertilização, na forma de N fixado e biomassa produzida pelo estrato arbóreo. São fornecidos pós de rochas, para suprir K, P e outros nutrientes.

Em **C**, os pós de rochas são substituídos pelo esterco que as galinhas mesmas distribuem. Contudo, há necessidade de algum suplemento alimentar para as aves.

Observar que o nível de sustentabilidade cresce de A para C. A necessidade de interferência (capina, fertilização, controle de pragas) diminui de A para C.

De maneira geral, a organização da exploração de modo a simular o ecossistema natural da região reduz a necessidade de mão-de-obra, de materiais e aumenta a sustentabilidade da exploração. Normalmente isso também se traduz em custos mais baixos.

transporte e a distribuição do esterco. A fertilidade estará sendo retirada da área de coleta e transferida para o cafezal, com custos em termos de energia, máquinas e mão-de-obra e tempo de administração.

Outra alternativa seria arborizar o cafezal com leguminosas de boa fixação de nitrogênio e aplicar pós de rochas adequados para o suprimento dos outros nutrientes (Figura IV.10-B). Nesse caso, mais próximo da natureza, o trabalho se reduziria à poda periódica das leguminosas, se necessária, e à distribuição dos pós de rocha.

Uma terceira solução seria acoplar ao cafezal arborizado uma população de galinhas poedeiras, que seriam alimentadas com alguma ração de fonte externa, na qual estariam os nutrientes a repor no cafezal (Figura IV.10-C). Os abrigos das aves teriam de ser periodicamente transferidos para uma distribuição homogênea do esterco. Essa solução requeria o trabalho de distribuição de ração, coleta de ovos e transferência do abrigo, mais trabalho do que no caso anterior. Há que se considerar, no entanto, que aqui estão duas atividades acopladas, café e galinhas, num único agroecossistema.

Explorar três níveis, as árvores, os arbustos de café e a camada de resíduos com as galinhas, reproduzem melhor a lógica da natureza, minimizando custos e

Figura IV.11

Representação esquemática dos ciclos da biomassa e dos nutrientes minerais

A biomassa realiza um ciclo perfeito, enquanto os nutrientes minerais, exceto o N, estão sempre sendo perdidos. Em escala ampliada de tempo, essas perdas são muito significativas. Para tornar o sistema mais sustentável, é preciso acoplar a maior parte possível da ciclagem de nutrientes minerais à ciclagem de biomassa. Como é praticamente impossível estancar as perdas de N nos sistemas agrícolas, é preciso manter uma taxa de fixação biológica de N que compense as perdas.

mão-de-obra, e aumentando o nível de sustentabilidade biológica e econômica do agroecossistema.

Entretanto, na maioria das situações, os sistemas agrícolas estão muito distantes dos modelos naturais, de modo que se faz necessária uma abordagem por etapas. O primeiro passo costuma ser converter a ciclagem automática, não consciente, em ciclagem intencional, conscientemente conduzida e explorada. Um segundo passo é explorar as diferentes modalidades de ciclagem intencional que se aplicam à exploração visada, e buscar aquela que melhor simula a natureza.

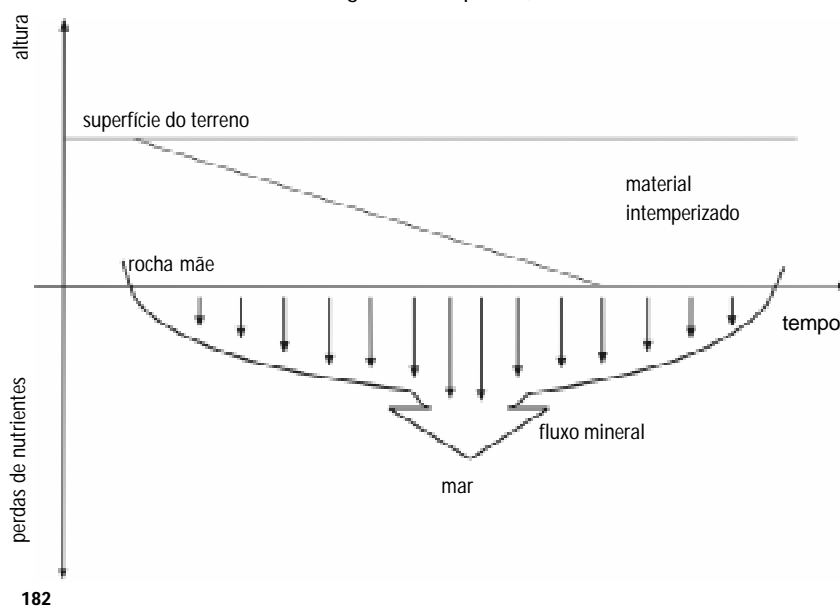
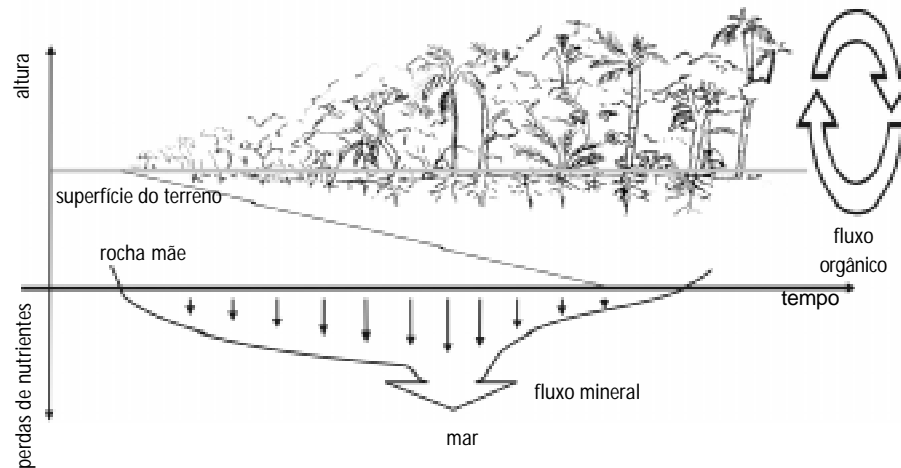
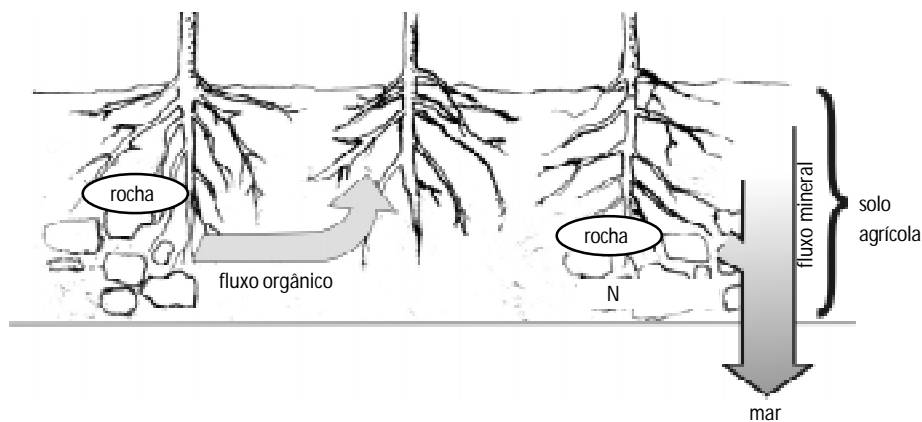
A ciclagem interna de nutrientes minerais

Diferentemente da biomassa, cuja produção e decomposição formam um ciclo perfeito nos sistemas naturais, os nutrientes minerais, considerando-se a escala geológica de tempo, seguem um caminho que vai da rocha para o mar. Por isso, para os nutrientes minerais, em tempo geológico, o termo ciclagem não é adequado. A única exceção é o nitrogênio, que tem realmente um ciclo (Figura IV.11).

À medida que os nutrientes contidos na rocha matriz são liberados com a intemperização, os íons mais solúveis vão sendo perdidos por lixiviação, ficando no material intemperizado aqueles menos solúveis ou mais fortemente adsorvidos no comple-

Figura IV.12

Fluxos orgânicos e mineral de nutrientes minerais

A - Fluxo mineral de nutrientes ao longo da intemperização do solo

B - Fluxos orgânico e mineral de nutrientes, intemperização e vegetação acopladas

C - Pontos de contato entre os fluxos orgânico e mineral: trama radicular, profundidade de enraizamento e aceleração da decomposição de rochas por organismos

Em **A -** O destino dos nutrientes na intemperização sem plantas, em tempo geológico, é a perda inexorável para o mar.
Em **B -** A vegetação acelera a decomposição da rocha, mas retém parte dos nutrientes liberados. As perdas para o mar diminuem.
Em **C -** Ambos os fluxos ocorrem simultâneamente no perfil do solo sob cultivo. Sem plantas, ganha força o fluxo mineral a caminho do mar, e o solo se empobrece. Com trama radicular densa e permanente o fluxo orgânico prepondera e os nutrientes são retidos. Aumentando a profundidade das raízes, amplia-se o volume protegido e consequentemente o montante de nutrientes retidos. Quando há rochas decomponíveis no perfil atingido pelas raízes, a aceleração da decomposição dessas rochas pode contribuir para o estoque de nutrientes no sistema.

xo coloidal. Esse complexo coloidal, formado paralelamente à intemperização da rocha, é a esponja que impede a total lavagem dos nutrientes minerais. Entretanto, a retenção pelo complexo coloidal nunca é perfeita, de modo que as perdas continuam indefinidamente. Em termos de tempo geológico, todos os solos férteis se transformarão um dia em solos pobres.

Os ecossistemas naturais desenvolveram mecanismos para minimizar essas perdas de nutrientes, através da otimização do efeito esponja. Esse efeito e seus mecanismos, porém, não se restringem ao solo, mas estão sobretudo na vegetação, tais como a "absorção de luxo" (maior do que a necessidade, mas sem prejuízo à planta) do potássio e a avidez das plantas pelo nitrogênio. As florestas pluviais tropicais podem manter grandes quantidades de nutrientes em circulação na biomassa, quase sem tocar o solo.

No caso dos sistemas agrícolas, a preservação dos nutrientes depende de o agricultor aprender a manejá-los de modo a reforçar o efeito esponja. No referencial de tempo das culturas agrícolas, os movimentos dos nutrientes no sistema podem ser divididos em dois fluxos: um fluxo orgânico e um fluxo mineral (Figura IV.12). O fluxo orgânico se refere aos nutrientes contidos na biomassa. O fluxo mineral é decorrente da ação de agentes físicos, incluindo as entradas de nutrientes via chuva, vento e decomposição de rochas e as saídas por lixiviação, erosão e fixação. Esses dois fluxos se tocam em vários pontos, podendo esse contato ser intensificado ou reduzido de acordo com o manejo do sistema.

Fluxo orgânico de nutrientes minerais

Acoplado à ciclagem de biomassa há um intenso movimento de nutrientes minerais (Figura IV.12-B). Por isso, em todo ponto de concentração de biomassa concentram-se também os nutrientes minerais nela contidos.

Num sistema natural sobre solo pobre, o fluxo orgânico dos nutrientes minerais é a fonte mais importante para as plantas em crescimento. À medida que os solos vão se tornando mais ricos em argilas 2:1, a importância do fluxo orgânico no fornecimento dos nutrientes minerais tende a diminuir. Não obstante, o fluxo orgânico é a fonte primordial de N, o qual costuma ser o nutriente de maior impacto sobre a produção, depois do oxigênio.

Um aspecto importante do fluxo orgânico de nutrientes minerais é a modificação da ciclagem quando a biomassa passa pelo trato digestivo dos animais. Os animais separam e concentram o nitrogênio e o potássio, propiciando um aumento nas perdas desses nutrientes, especialmente de nitrogênio.

Quando a ciclagem de biomassa decai em função das práticas de manejo adotadas pelo agricultor gerente do sistema, o fluxo orgânico de nutrientes minerais igualmente decai. Nesse caso, as plantas têm de se suprir com o que a dinâmica puramente mineral lhes oferece, o que freqüentemente é insuficiente nos solos de adiantada intemperização. Como esses solos são os predominantes

nos trópicos, o decaimento do fluxo orgânico termina usualmente por inviabilizar economicamente a produção.

O fluxo orgânico envolve todos os nutrientes minerais, e é a fonte primordial de nitrogênio, enxofre e fósforo para as plantas na maioria dos sistemas agrícolas.

Fluxo mineral

O fluxo mineral de nutrientes se refere às entradas e saídas por via não orgânica. As saídas principais se dão por lixiviação, erosão e exportação pelas colheitas. As entradas mais usuais têm sido via fertilizantes minerais e corretivos. A otimização da oferta de nutrientes minerais por essa via implica incrementar as entradas e reduzir as saídas.

Exceto os fertilizantes minerais, poucas outras opções de entrada têm sido exploradas, embora existam. Em solos com presença de rochas no perfil explorado pelas raízes, sua contribuição para o suprimento de nutrientes pode ser relevante. Em latossolos já profundamente intemperizados essa contribuição é nula. Contudo, os solos com rocha-mãe no perfil explorado pelas raízes normalmente estão nas pendentes, o que pressupõe medidas de controle da erosão para se poder aproveitar essa vantagem no suprimento de nutrientes.

Além da rocha-mãe, pode haver algum aporte de nutrientes pela chuva. Durante as descargas elétricas, formam-se na atmosfera pequenas quantidades de compostos nitrogenados, que são trazidos ao solo pelas precipitações. Nas regiões costeiras, há uma contribuição pelo arraste de gotículas de água do mar. Também o vento pode realizar aporte de nutrientes através do carreamento de partículas. Contudo, de maneira geral, considera-se que tanto a contribuição da chuva quanto a do vento para o aporte de nutrientes é pequena nas principais regiões agrícolas brasileiras.

Do lado das saídas de nutrientes, a exportação pelas colheitas é inevitável e deve crescer com o incremento da produtividade. Por outro lado, as perdas por erosão podem ser drasticamente reduzidas controlando-se o escorrimento através de práticas mecânicas e, sobretudo vegetativas, que melhorem a infiltração.

O ponto central visado pelas práticas vegetativas é a alimentação da mesofauna do solo. É a atividade dessa mesofauna que determina a macroporosidade do solo, cujo colapso é refletido no aumento do volume de água que escorre na superfície. O alimento dessa mesofauna é a biomassa, preponderantemente os tecidos vegetais senescidos e mortos caídos sobre o solo.

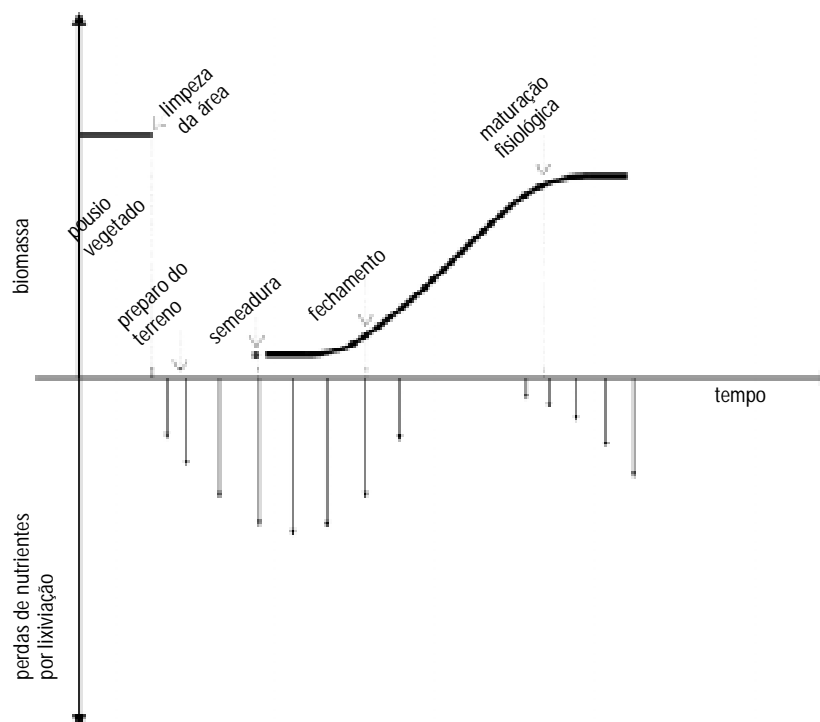
Uma vez controlada a erosão, o problema imediato é a lixiviação, posto que partes do escorrimento superficiais são transformadas em percolação. A lixiviação de nutrientes pela água infiltrada pode ser mais ou menos importante dependendo do sistema. É especialmente importante nos solos excessivamente drenados e com baixa CTC.

O limite inferior do sistema agrícola é dado pela profundidade do sistema radicular. Se tal sistema incluir uma trama de raízes densa, profunda e persistente o suficiente para reter as perdas, a lixiviação poderá não ser relevante.

Pontos de contato

Num sistema real, seja ele natural ou agrícola, não importa para a planta se determinado nutriente é suprido pelo fluxo orgânico ou pelo mineral. O essencial é satisfazer suas necessidades em termos dos fatores determinantes da fotossíntese. Nesse sentido, os termos fluxo orgânico e mineral são apenas criações mentais para organizar o raciocínio. O essencial é compreender que a biomassa tem uma ciclagem perfeita, à qual convém acoplar tanto quanto possível a ciclagem dos nutrientes minerais, de modo a desacelerar seu inexorável caminho da rocha para o mar.

Figura IV.13

Perdas de nutrientes ao longo do ciclo de uma cultura

Na condução padrão das culturas anuais, a cultura utiliza eficientemente a luz, a água e os nutrientes minerais apenas por um curto período, normalmente do fechamento das ruas até a maturação fisiológica. No milho, esse período de utilização eficiente raramente atinge 2,5 meses. Para o aproveitamento eficiente do terreno, é preciso cobrir essas fases de perdas, através de associações de cultivos adequadas.

Para essa finalidade, importa destacar os pontos (Figura IV.12-C) em que esses dois fluxos se tocam, uma vez que esses pontos podem ser pontes para ingresso de nutrientes minerais no fluxo orgânico. Por outro lado, quando o fluxo orgânico é negligenciado, esses mesmos pontos são vazamentos por onde se esvaem os nutrientes acoplados à biomassa.

Surpreendentemente, esses pontos são de conhecimento geral dos profissionais de ciências agrícolas, mas sua importância não tem sido destacada. Dentre eles, os mais importantes são a densidade e a persistência da trama radicular, a profundidade das raízes e a aceleração da decomposição de rochas por organismos.

Densidade e persistência da trama radicular

As raízes das plantas formam uma estrutura profundamente ramificada, funcionando como uma peneira que retém os nutrientes e deixa passar a água. Para que essa peneira opere eficientemente, ela precisa ser densa e ativa durante todo o ano.

Durante o período inicial de crescimento de uma cultura, essa trama é ainda pouco desenvolvida, o que implica perdas de nutrientes. Com o desenvolvimento da cultura, as perdas diminuem, mas voltam a se avolumar na fase final do ciclo, pela morte das raízes (Figura IV.13). O mato sempre contribui para reduzir essas perdas. A sustentabilidade do sistema depende de manejá-lo de forma que sempre haja plantas crescendo no terreno.

Profundidade das raízes

A profundidade das raízes define o limite inferior do sistema. A perda de nutrientes só é definitiva quando as raízes não podem mais alcançá-los. A rotação com plantas de raízes profundas, aprofundando o limite inferior do sistema, pode recolocar em circulação nutrientes de outra forma perdidos.

Assim, o estoque ativo de nutrientes num terreno depende não apenas do solo, mas também das plantas que estão sendo cultivadas. Contudo, o bombeamento em profundidade nunca é perfeito, porque mesmo as espécies de enraizamento profundo concentram seu sistema radicular na superfície.

Aceleração da decomposição de rochas por organismos

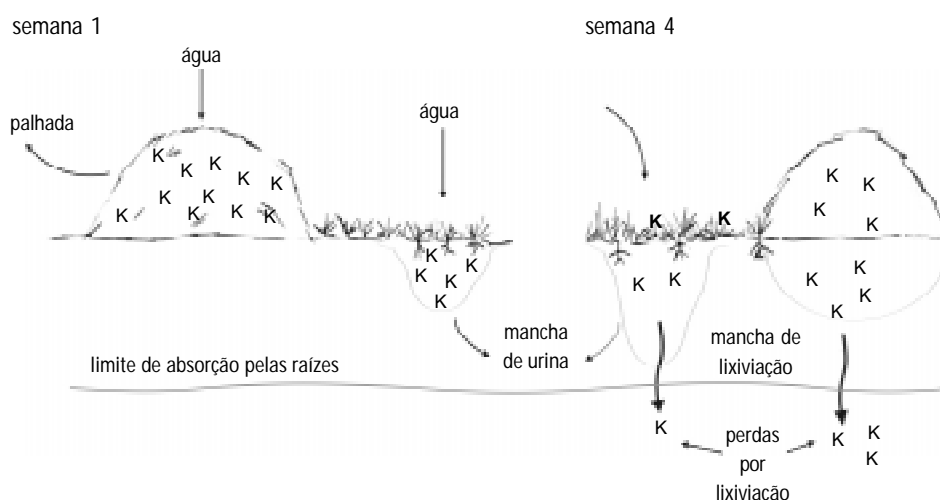
Muitos organismos produzem substâncias que aceleram a decomposição de rochas, liberando seus nutrientes minerais (Figura IV.12-C). Na prática agrícola, importa sobremaneira esse tipo de ação a partir de exsudatos radiculares de plantas sob cultivo. De modo semelhante, muitas plantas podem atuar também sobre compostos pouco solúveis, dissolvendo-os e incorporando seus nutrientes.

Esses mecanismos são comuns a grupos de plantas evoluídos em condições nas quais tais nutrientes são limitantes. Um caso bem conhecido é o das leguminosas

tropicais de solos ácidos, que conseguem extrair nutrientes, especialmente fósforo, de formas não assimiláveis por outras plantas. Essa capacidade é observada também em outras famílias botânicas evoluídas sob estresse semelhante.

A ciclagem de N, P e K no agroecossistema

Figura IV.14

Dinâmica do K em palha empilhada e manchas de urina

Sendo o K^+ muito solúvel em água, é facilmente carreado para o solo com a água que percola a palhada ou com a infiltração da urina. Normalmente minerais de argila do solo retém grande parte do K^+, e o que excede sua capacidade de retenção é lixiviado. Havendo raízes absorventes na profundidade onde o K^+ está, ele pode ser reintegrado ao fluxo orgânico e mantido no sistema. A absorção de luxo é uma forma de retê-lo, desenvolvida em muitos tipos de vegetação. É comum a formação de "panelas" de potássio. O potássio nessas "panelas" é de pouca valia no sistema.

Embora haja muitas críticas procedentes sobre a mentalidade de se restringir a adubação apenas aos nutrientes NPK, permanece o fato de que esses são os nutrientes para os quais historicamente tem havido maior resposta à aplicação. Por isso, serão focalizados os aspectos mais importantes de sua ciclagem no contexto do sistema. Por ordem crescente de complexidade serão focalizados primeiro o K, depois o P e então o N.

Potássio

O íon potássio é muito solúvel em água, assim como o sódio, da mesma família química. Por isso, os tecidos com elevado teor de água sempre carreiam potássio. Quando uma folha entra em senescência, seu teor de água ainda é elevado, de modo que ao cair a folha leva consigo o K dissolvido na água. À medida

que a folha seca, o K se concentra nas palhas e daí é facilmente lavado pela água das chuvas.

Por isso, quando a biomassa morta, por exemplo, um monte de palha, é exposta à chuva, ocorrem importantes perdas de potássio dissolvido na água (Figura IV.14). Se esta água penetrar no terreno, o potássio será retido em maior ou menor quantidade no complexo coloidal do solo. Se o solo estiver com vegetação em crescimento, entrarão em funcionamento os mecanismos de absorção do potássio, inclusive a absorção de luxo, que contribuem para o efeito esponja do sistema.

Nas terras com maior CTC, a retenção do potássio no complexo coloidal do solo é mais intensa e aí ele poderá permanecer até nova extração por alguma planta. Nas terras com baixa CTC e/ou sem vegetação, o potássio dissolvido descerá no perfil do solo, podendo ser perdido para o lençol freático ou ficar retido em camadas profundas, fora do alcance das raízes.

No caso de pilhas de palhadas, o potássio fica armazenado no solo sob essas pilhas. Embora na fazenda, ainda fisicamente dentro do sistema, não está no campo onde as culturas dele necessitam. Do ponto de vista das práticas de manejo, para evitar esses problemas, a biomassa, especialmente restos de folhas, não deve ser empilhada, mas espalhada por toda a superfície do campo. Quando o empilhamento for inevitável, a cobertura do material poderá evitar as perdas até que seja novamente espalhado.

Quando já lixiviado para camadas profundas do solo, o potássio poderá estar ou não perdido, dependendo do alcance do sistema radicular das culturas. O cultivo de espécies de ciclo longo e de enraizamento profundo recoloca no sistema nutrientes - inclusive o potássio - indisponíveis para plantas de ciclo curto e enraizamento raso.

A maior parte do K ingerido pelos animais é excretada, sobretudo pela urina, justamente pela alta solubilidade desse íon em água. Por essa razão, a concentração de animais urinando num local implica concentração semelhante à que ocorre sob montes de palha (Figura IV.14). Esse fato é comum em mangueirões de porcos e especialmente em confinamentos de bovinos. Animais que se alimentam de material aquoso, como os ruminantes, ingerem proporcionalmente mais potássio do que os que se alimentam de grãos.

Fósforo

Nos tecidos orgânicos, o fósforo entra estruturalmente em moléculas protéicas e em compostos ligados ao transporte de energia. Por isso, ao amadurecer, as culturas tendem a direcionar a maior parte do fósforo para as sementes, onde ele será necessário para o ativo metabolismo energético da germinação.

Quando uma folha senesce, a maior parte do fósforo é translocada à planta-mãe. O fósforo que permanece no tecido senescente é escasso e de liberação difícil,

sendo disponibilizado às plantas apenas pela ação digestiva dos organismos, especialmente dos microrganismos.

Uma vez no solo, sob a forma de ânion fosfato, o fósforo é muito reativo, formando precipitados bastante estáveis com ferro, alumínio e outros cátions do solo. A remobilização do fósforo desses compostos é difícil para a maioria das culturas agrícolas. Devido a essa fixação química, relativamente pouco fósforo é perdido por lixiviação, na escala de tempo das safras agrícolas.

Também devido a essa fixação química, o fósforo disponível para as culturas tende a ser aquele mantido em forma orgânica. Esse fósforo de origem orgânica é liberado durante a decomposição da biomassa, ficando disponível tanto para a absorção pelas raízes das plantas em crescimento quanto para a imobilização em compostos minerais de escassa solubilidade.

O fósforo imobilizado pode voltar a circular na biomassa, desde que absorvido por plantas que apresentem mecanismos de retirá-lo das formas químicas mais inertes, que são formas termodinamicamente mais estáveis. Plantas tropicais evoluídas para ambientes pobres em fósforo, tais como o guandu e as mucunas, normalmente apresentam capacidade de remobilizar fósforo.

Nos animais, ao contrário do potássio, o fósforo excretado sai sobretudo pelas fezes. Animais que se alimentam de grãos, como suínos e aves, excretam fezes mais ricas em fósforo do que animais que se alimentam de pasto.

A disponibilidade de fósforo depende fortemente do pH, considerando-se ideal a faixa de 5,5 a 6,5 (em água), quando o equilíbrio químico leva o fosfato à forma dihidrogenada, de melhor aproveitamento pela maioria das culturas agrícolas.

Do ponto de vista das práticas de manejo, um bom status de biomassa no sistema normalmente corresponde a um bom suprimento de fósforo para as culturas. Um bom suprimento de biomassa para a mesofauna, sob a forma de palhadas, contribui também para o arejamento do solo, o que favorece a manutenção do pH em níveis adequados à maior disponibilidade de fósforo.

Nitrogênio

Ao contrário dos outros nutrientes minerais, o teor de nitrogênio nas rochas é praticamente nulo. Por isso, o nitrogênio dos solos deriva da incorporação que os organismos realizam a partir do nitrogênio gasoso, no processo de evolução da vegetação (Ver Capítulo III, Os ciclos da natureza).

O nitrogênio gasoso, embora represente ao redor de 80% do ar, se comporta como um gás nobre, sendo pouquíssimo reativo. Por isso, não pode ser aproveitado diretamente pela maioria dos organismos vivos, vegetais ou animais. Na indústria, é necessário aquecer o nitrogênio gasoso a altas temperaturas para fazê-lo reagir, o

que torna os adubos nitrogenados energeticamente caros. O hidrogênio, o outro reagente, também exige considerável quantidade de energia para ser produzido. Por sua alta demanda energética, a fixação industrial do nitrogênio normalmente está acoplada às refinarias de petróleo.

A incorporação biológica de nitrogênio aos solos ocorre através de organismos que desenvolveram aparatos anatômicos e enzimáticos para converter o nitrogênio gasoso em formas orgânicas, sob temperatura ambiente, o que, energeticamente, é muitíssimo mais barato que a fixação industrial. Uma vez fixado em compostos orgânicos, o nitrogênio fica à disposição da ciclagem pelo mundo vivo.

Os aparatos anatômicos e fisiológicos desenvolvidos para fixar nitrogênio evoluíram sob condições em que os fatores de produção de biomassa eram favoráveis, exceto quanto ao nitrogênio. Ambientes como praias de rios e de mar, dunas, rochas, áreas quimicamente ricas, mas áridas, solos nus e intensamente lixiviados

Tabela IV.2

Principais formas químicas do N na natureza e algumas de suas características

Nome	Representação química	Estado usual	Reatividade	Onde ocorre
Nitrogênio gasoso	N_2	Gás	Pouco reativo	Ar
Radical amina	$-NH_2$	Componente de sólidos	Converte-se facilmente a NH_3	Compostos orgânicos, sobretudo proteínas
Amônia (gás amoníaco)	NH_3	Gás	Reage com água, dando NH_4^+	Evolve sobretudo da uréia e do ácido úrico
Íon amônio	NH_4^+	Soluto em água	Em meio bem aerado, é oxidado a nitrito, depois a nitrato	Como soluto em ambientes encharcados, pobres em oxigênio
Uréia	$CO(NH_2)_2$	Soluto na urina dos animais	Rapidamente convertida em NH_3 e CO_2, sob ação de microrganismos	Na urina dos animais
Ácido úrico	$C_5H_4O_3N_4$	Sólido	Reage rapidamente, em presença de umidade, dando NH_3 e CO_2	Nos excrementos de animais que não urinam, como aves e répteis
Íon nitrito	NO_2^-	Soluto em água	É convertido em NO_3^- em meio bem arejado	Produto intermediário da oxidação do amônio a nitrato
Íon nitrato	NO_3^-	Soluto, de alta afinidade pela água	É bastante estável em ambiente bem arejado. Pode ser absorvido pelas plantas, e nas raízes ser revertido a amina	Nos solos bem arejados e como soluto nas águas que o percolam. Nos campos com plantas em crescimento, é rapidamente absorvido

conformam situações que conduziram à evolução de mecanismos naturais de fixação de nitrogênio. Por outro lado, outros organismos também desenvolveram a capacidade de revertê-lo à forma gasosa.

Assim, o nitrogênio é o mais lábil de todos os nutrientes minerais. Pode ser introduzido no terreno pela fixação simbiótica das leguminosas ou outros sistemas fixadores. Pode sofrer lixiviação como nitrato e perdas gasosas como NH_3, N_xO e N_2. Cada uma dessas formas químicas se comporta de maneira particular, o que torna seu estudo mais complexo, embora indispensável.

Em termos de potencial de óxi-redução, o nitrogênio nas plantas se apresenta quase exclusivamente sob a forma reduzida, predominantemente em aminoácidos nas moléculas protéicas. Entretanto, na natureza, o nitrogênio ocorre em diversas formas. (Tab IV.2)

Ao entrar em reprodução, as plantas direcionam parte do nitrogênio dos seus tecidos para as sementes (no caso dos cereais, cerca de 90%; nas leguminosas de grãos, cerca de 70%). Cada folha, ao entrar em senescência, orienta para a planta-mãe a maior parte do seu nitrogênio.

A biomassa vegetal morta caída ao solo normalmente apresenta menos de 1% de N na matéria seca. Ao se alimentarem dessa biomassa, os organismos absorvem parte desse nitrogênio e expelem parte como dejeto sob a forma de uréia, ácido úrico ou outros compostos. Esses compostos acabam alcançando o solo. Em solos úmidos e bem arejados, o nitrogênio é convertido a nitrato, que é a forma quimicamente mais estável nessas condições. Como o nitrato é muito solúvel, fica exposto à lixiviação. Contudo, havendo plantas em crescimento, o nitrato é rapidamente absorvido pelas raízes, onde pode ser convertido novamente a amina e assim incorporado a aminoácidos que subirão pelo floema. Pode também ser transportado como nitrato pelo xilema.

Em solo com boa densidade de raízes, as perdas por lixiviação são minimizadas devido à avidez das plantas pelo nitrogênio. Contudo, as perdas são significativas em terrenos não ou pouco vegetados, como costuma ser a situação após o preparo do solo e no início do ciclo das culturas anuais.

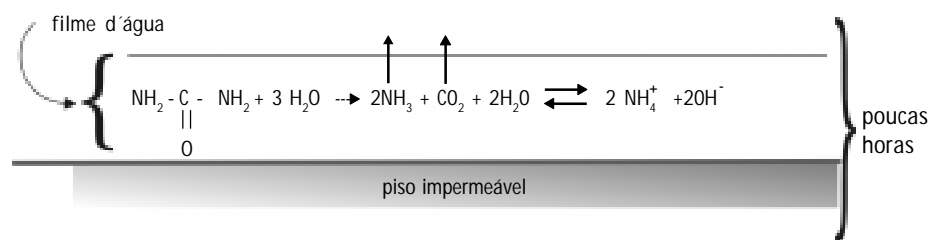
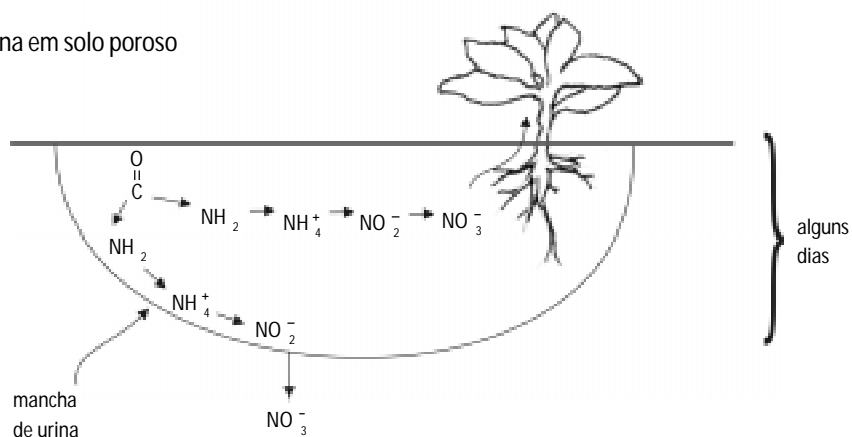
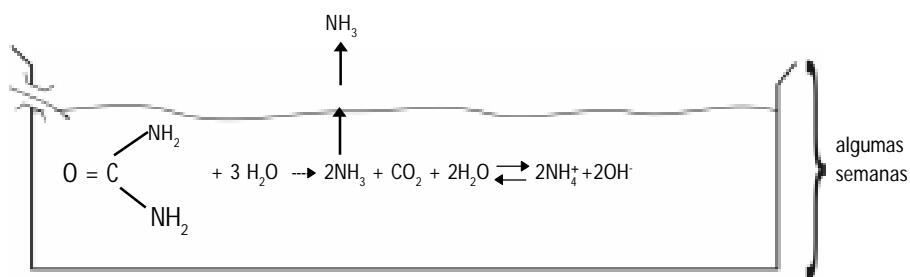
Quando os animais se alimentam, parte do N ingerido é digerida e parte é excretada com as fezes. Da fração que foi digerida, parte dos compostos nitrogenados é utilizada para a produção de novos tecidos e parte é respirada. O resíduo nitrogenado da fração respirada é excretado como uréia, em solução na urina dos mamíferos, ou como ácido úrico, nas excreções das aves.

As frações digeridas, utilizadas na produção e respiradas variam com o tipo de alimentação, a categoria e o estado fisiológico do animal. Não obstante, pelo menos a metade do N ingerido é normalmente excretada como urina ou ácido úrico.

Tanto a uréia como o ácido úrico, em presença de umidade, são atacados por microrganismos que liberam amônia, propiciando importantes perdas de NH_3 por

Figura IV.15

Transformações usuais da uréia nos sistemas agrícolas

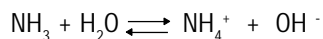
A - Urina líquida em piso impermeável

C - Urina em tanque de armazenamento de esterco líquido

Em **A** – Havendo umidade, a ureia é rapidamente convertida em CO_2 e NH_3 (amônia, gás amoníaco), que são gases e rapidamente são perdidos. Em barracões de aves, o ácido úrico sofre processo semelhante. Pela hidrólise do NH_3, o meio fica básico. Acidificar o meio retém NH_4^+

Em **B** – Em solo poroso, a uréia (e também o ácido úrico) são convertidos quase que totalmente a nitrato. Como é muito solúvel, pode ser perdido por lixiviação, se não for rapidamente absorvido.

Em **C** – No tanque para esterco líquido, as condições fortemente redutoras levam o meio a se tornar alcalino, forçando a perda de amônia para a atmosfera. A reação é a mesma que em A ($NH_4^+ + OH^- = NH_3\uparrow + H_2O$) é forçada no sentido de liberar NH_3.

volatilização (Figura IV.15). A liberação de NH_3 produz o odor característico de gás amoníaco dos barracões de aves, mictórios e outros recintos onde se concentram excretas nitrogenados (Figura IV.15-A).

A forma NH_3 apresenta alta polaridade, e reage com água produzindo o íon amônio NH_4^+, segundo a reação:

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

Essa reação é um equilíbrio, de modo que pode ser deslocado para um ou outro lado dependendo da concentração dos reagentes. Se o meio for básico, forçará o equilíbrio no sentido da amônia, favorecendo as perdas por volatilização. Se o meio for ácido, consumirá os íons OH^-, puxando a reação no sentido da produção de amônio (Figura IV.15-A).

O íon amônio tem carga igual e tamanho próximo ao do K^+, de modo que ambos podem ocupar os mesmos sítios no complexo coloidal do solo. No entanto, o íon NH_4^+ apresenta vida curta em solos bem úmidos e bem arejados, porque constitui uma fonte potencial de energia para microrganismos que obtêm energia da sua oxidação a NO_2^-. Por sua vez, o NO_2^- é fonte de energia para outros microrganismos, que o convertem a NO_3^-, forma química estável em ambiente arejado. Como NO_3^-, pode ser reabsorvido pelas plantas, ou ser lixiviado na água de percolação (Figura IV.15-B).

Como a maior parte do nitrogênio ingerido pelos animais é excretada como urina ou ácido úrico, as perdas por volatilização ou lixiviação podem ser muito intensas dependendo de como essas excreções são manejadas. O montante dessas perdas depende do tipo de exploração (confinado ou solto), do tipo de instalações, do sistema de coleta das excreções, da quantidade e da composição da cama. Quando se faz coleta de esterco líquido, as perdas de N a partir da esterqueira podem atingir mais de 80% da quantidade excretada (Figura IV.15-C).

Considerada no seu todo, a dinâmica do N é complexa e está ligada a vários aspectos do manejo do sistema (Figura IV.16). De modo geral, as explorações animais apresentam mais vulnerabilidade às perdas de nitrogênio do que as lavouras. A minimização das perdas de N exige conhecimento dos aspectos químicos mais relevantes dessa dinâmica e a partir daí um manejo cuidadoso da biomassa, especialmente das excreções nitrogenadas.

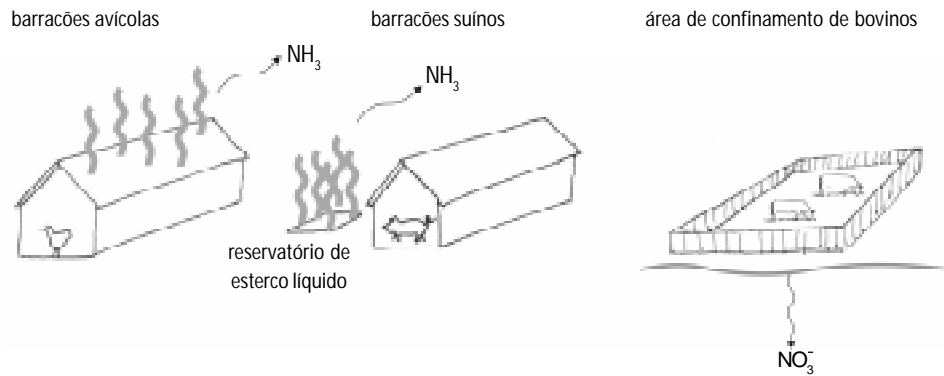
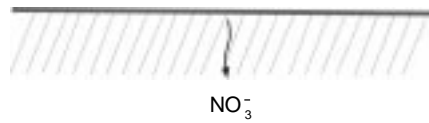
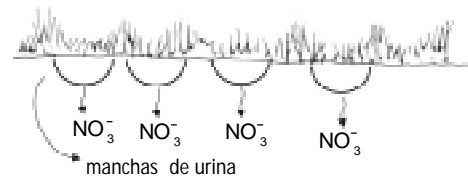
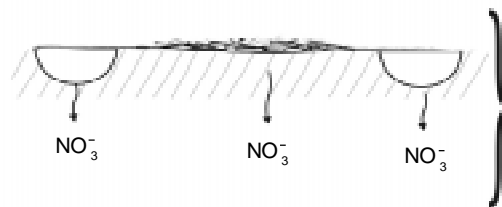
Dois pontos básicos para reter as perdas de N no sistema são:

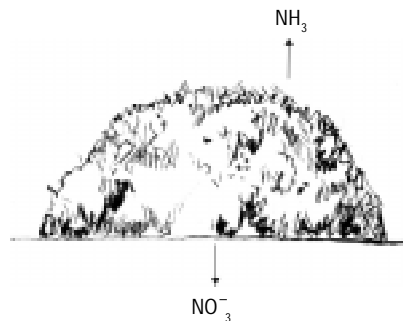
- nas instalações, evitar a concentração de excreções diluindo-as em materiais de alta relação C/N e com alto poder de absorção de umidade; para evitar perdas em solução, manter os pisos impermeabilizados;
- no campo, evitar aplicações pesadas e concentração de biomassa e procurar aplicar em plantas com raízes densas para ativa absorção.

Figura IV.16

Pontos usuais de perda de N nos sistemas agrícolas

A – Concentrações animais

barracões avícolas | barracões suínos | área de confinamento de bovinos

B – Terrenos não vegetados ou com trama radicular esparsa e pouco ativa

C – Pastos sem leguminosas, especialmente se com lotação excessiva

D – Proximidades da casa ou pátio, especialmente se não vegetadas e com animais soltos

Efeito de B e C combinados, acrescidos pelas perdas que ocorrem sobre a biomassa trazida de outras partes da propriedade.

E – Pilha de compostagem

O uso de misturas com relação C:N elevada reduz ambas as perdas, como NH_3 ou NO_3^-. Materiais de baixa relação C:N perdem N sobretudo como NH_3.

Os animais e a fertilidade do sistema

Nos tópicos anteriores, já foram feitas referências aos animais enquanto elementos ligados ao foco de cada item, particularmente ao se abordar a organização da propriedade, a propriedade como sistema biológico, a ciclagem de biomassa e a ciclagem de nutrientes minerais no sistema, especialmente o N. Posto que o sistema funciona de maneira integrada, não seria possível abordar aqueles aspectos sem as referências aos animais.

Um aspecto ainda não tocado é a compactação causada pelo pisoteio dos animais nas áreas de pastejo. O dano físico é de tal ordem que freqüentemente pastos podem ser recuperados pelo simples revolvimento do solo. Associado ao dano físico, usualmente ocorre mudanças indesejáveis na composição florística do pasto, aumentando a população de espécies forrageiras inferiores e de não forrageiras, de forma a acentuar a queda na sua capacidade de suporte. Esses danos são mais associados aos grandes animais, especialmente bovinos, mas também ocorrem com os pequenos animais.

Para evitar a compactação nos pastos, as estratégias consistem essencialmente em evitar seu rebaixamento excessivo e não permitir o acesso dos animais nos períodos de muita chuva, quando os danos ao solo são maiores. Isso implica a necessidade de área alternativa de pastejo para os dias de chuva, uma área deixada para o sacrifício. Outra possibilidade é manter uma área de forragem para ceifa, que fornecerá o alimento enquanto o gado precisa ser estabulado.

No pastejo rotativo, a compactação pelo pisoteio também ocorre, mas sua intensidade é menor e o sistema apresenta melhor capacidade de reação. O pequeno período de permanência em pastos com boa cobertura evita pisoteio desnecessário à busca de comida. Não se rebaixando demais o pasto, fica sempre uma camada de material senescido que alimenta os organismos da mesofauna que operam a constante aração do solo. Assim, com permanência curta e palhada sobre o solo, o sistema consegue se recuperar, ao menos em parte, até o novo pastejo.

Tabela IV.3

Teores (%) de N,P e K nas excreções de bovinos, suínos e galinhas poedeiras (adaptado de Kiehl, 1985 e Gaur et al., 1984)

Tipo de excreção	N	P_2O_5	
bovinos-fezes	0,36	0,15	
bovinos-urina	0,92	Traços	
suínos-fezes	0,60	0,38	
suínos-urina	0,33	0,07	
galinhas poedeiras	1,47	1,15	

Criação fechada ou solta?

Confinar ou criar os animais soltos é uma decisão enfrentada por todos os agricultores, particularmente para as aves e suínos, mas também para os bovinos.

O confinamento apresenta a grande vantagem de permitir a coleta do esterco para utilização nas culturas onde seu emprego seja mais econômico ou sua aplicação mais necessária. Porém, comparativamente à criação solta, a fechada implica maiores investimentos em trabalho e outros recursos, o que nem sempre é possível ou desejável para os agricultores.

Quando a criação solta não é mais possível devido ao empobrecimento do meio ou por questões de vizinhança, freqüentemente os pequenos agricultores desistem de criar suínos e, no extremo, até galinhas. Faltam-lhes recursos, inclusive de conhecimento, para a criação confinada com sucesso.

Criação fechada: piso impermeabilizado e cama

No caso da criação confinada, as instalações e a cama são os pontos de maior importância para a fertilidade do sistema. Nas instalações, o essencial é que o piso seja impermeável, de modo que não haja infiltração de líquidos. Pela urina sai a maior parte do nitrogênio dos alimentos ingeridos pelos bovinos, como referência, cerca de 60 a 70%. No caso de suínos, a excreção de N pela urina é da ordem de 40% do ingerido (Tabela IV.3). Por isso, os terrenos batidos dos mangueirões e de retiros são ralos por onde a fertilidade do sistema se esvai. Ao ganhar o lençol freático, o nitrato perdido pelo ralo pode se converter num outro problema, o de contaminação da água, comprometendo sua potabilidade.

Contudo, a impermeabilização do piso não basta. Para evitar perdas por volatilização, mau cheiro e problemas sanitários, é necessário usar cama de material absorvente, que promova a um tempo uma inibição química (relação C/N) e microbiológica (ausência de água livre). Os materiais mais utilizados são as palhas de cereais e os resíduos de madeira.

Quanto melhor a absorção de água e maior a superfície específica do material, maior será sua eficiência como cama. Assim, o sabugo de milho triturado é melhor que as cascas de arroz, e o pó de serra é mais eficiente que o cepilho ou maravalha. As quantidades devem ser tais que não haja evolução de amônia e nem se acumule água. Quando se percebe cama molhada ou cheiro de gás amoníaco, é hora de substituir ou de adicionar mais material de cama.

Além da economia de fertilidade, esse modo de manejo apresenta duas importantes vantagens. A primeira é de ordem sanitária - desaparece o mau cheiro das criações a tal ponto que as instalações podem ser localizadas ao lado das residências; há também uma diminuição na população de moscas. A segunda vantagem é operacional - reduz-se o volume e o peso do material a ser transportado, uma vez que a água

de limpeza é eliminada. Desaparece, na criação de suínos, a operação de lavagem dos chiqueiros, o que resulta na liberação da mão-de-obra para outras atividades. Reduz-se também o risco ambiental de vazamento dos tanques de esterco líquido.

Costuma-se afirmar que a dificuldade maior para a adoção desse tipo de manejo está na disponibilidade de materiais para cama. Contudo, a observação tem mostrado que as vantagens da cama seca são tão evidentes que, uma vez despertados para elas, os agricultores tendem a procurar resolver por si mesmos o abastecimento de cama.

Uma preocupação atual é a expansão do confinamento de bovinos, que tem sido divulgada como uma forma de produção tecnicamente superior. Como já exposto nesse capítulo e no precedente, do ponto de vista do manejo dos nutrientes, o confinamento induz a perdas severas de nutrientes e contaminação ambiental. Além disso, sua economicidade merece exame cuidadoso. As taxas de crescimento elevadas se baseiam numa alimentação com 80%-90% da matéria seca provindo de grãos, o que se reflete em custos muito elevados, apenas assimiláveis nos países ricos.

Em outras palavras, os confinamentos são antes um exemplo negativo sobre o qual refletir do que um exemplo a seguir (ver também Capítulo V - Manejo das criações). Na perspectiva de uma agricultura sustentável, podem-se obter ganhos de peso satisfatórios com o pastoreio rotativo, com menores custos e menos problemas zoossanitários e ambientais, mas com mais conhecimento e melhor manejo.

Criação solta ou a pasto: lotação correta e leguminosas

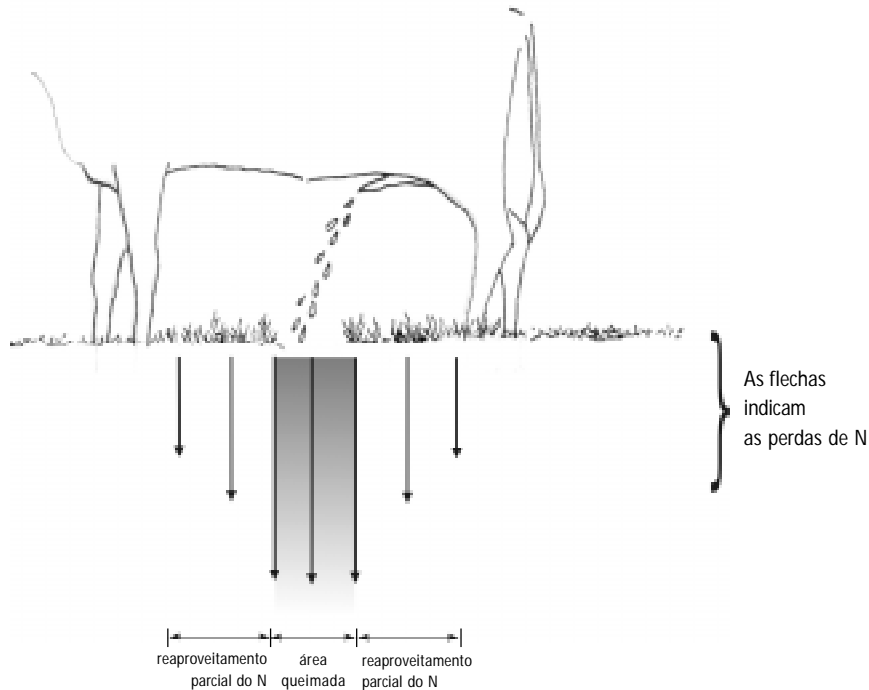
Naturalmente, todos os problemas causados pela criação de animais soltos são tanto mais importantes quanto maior a lotação das áreas de pastejo ou perambulação. Apenas como exemplo, estima-se em cerca de 10 hectares a área exigida por cabeça de porco queixada, sem danos ao ambiente natural. Obviamente, os sistemas agrícolas dificilmente comportam explorações tão extensivas, de modo que os danos causados pelos animais estão sempre presentes.

Na criação a pasto, trabalha-se quase que exclusivamente com bovinos, de modo que a presente discussão será orientada para esses animais. Além da compactação do solo e dos problemas ligados ao confinamento ou aos retiros, há problemas ligados à ciclagem de nutrientes, particularmente de N.

A idéia mais usual é que a criação de bovinos a pasto apenas retira do sistema o que vai no corpo dos animais ou no leite ordenhado. Por suposto, os nutrientes nas dejeções seriam automaticamente recolocados em circulação. Essa é uma idéia errônea. Na verdade, a simples introdução dos bovinos nos pastos faz aumentarem as perdas de N.

Os herbívoros extraem sua nutrição das células vegetais que compõem os tecidos foliares de que se alimentam. As paredes celulares, compostas basicamente de celulo-

Figura IV.17

Mancha de urina destacando as áreas de perdas de nitrogênio

Devido à alta concentração salina no centro da mancha, a grama tende a morrer nesse local. Um pouco mais distante do centro, a concentração não é tão elevada, de modo que parte dos nutrientes, especialmente do N, é recuperada, formando-se um halo verde azulado característico. Como cada mancha resulta em alguma perda, a simples presença de animais induz perdas de nitrogênio na pastagem. Essas perdas podem ser compensadas por leguminosas fixadoras de N associadas ao sistema pastagem-animal.

se, fornecem o grosso da energia, vindo o suprimento de proteínas e outros nutrientes preponderantemente do conteúdo celular (Ver Capítulo III – diferenciações básicas das células vegetais e o sistema digestivo dos animais).

Durante a digestão, o animal aproveita apenas cerca de metade das paredes celulares, sendo a outra metade excretada nas fezes. Por outro lado, os constituintes do conteúdo celular são absorvidos quase totalmente e neles está quase todo o N e o K da forragem. O resíduo não absorvido é excretado pelas fezes, junto aos restos das paredes celulares.

Dos constituintes do conteúdo celular que foram absorvidos, o que excede as necessidades do animal é excretado na urina. Como o animal absorve muito mais N e K do que necessita, esses nutrientes são concentrados e excretados na urina (Tabela IV.3).

Assim, relativamente à forragem ingerida, as fezes são um material empobrecido de nutrientes minerais, mas rico ainda em estruturas celulósicas não digeridas; a urina é um concentrado do conteúdo celular, especialmente de nitrogênio e de potássio.

Ao urinar, devido ao seu tamanho, o animal descarrega uma grande quantidade de nutrientes numa área relativamente pequena, que é a mancha de urina. Essa mancha se compõe de um centro, muitas vezes queimado, circundado por um halo de vegetação mais exuberante, de um verde azulado característico (Figura IV.17).

O centro da mancha se queima justamente pela concentração salina da urina, para a qual contribuem sobremaneira o íon K^+ e a uréia. No ponto central, devido à riqueza da urina em uréia e ao volume excretado, a dose de nitrogênio pode alcançar o equivalente à 500kg/ha de N. Por isso, mesmo se sobrevivessem à salinidade que as mata, as plantas não teriam capacidade para absorver uma dose tão elevada de N. Por essa razão, a região central das manchas de urina é sempre uma área de lixiviação de N, de modo que a simples presença de grandes animais acelera as perdas de N no pasto. Em solos de baixa CTC, a mancha pode ser também um ponto de perda de K, embora em menor escala.

Esse empobrecimento é refletido na queda de produção da pastagem, para o que contribui decisivamente também a compactação. Naturalmente, tanto a perda de N como a compactação são tão mais intensas quanto mais alta a lotação. No caso de ruminantes de pequeno porte ou de herbívoros não ruminantes, o processo é semelhante, diferindo apenas quanto ao montante das perdas.

Contrariamente ao ciclo do nitrogênio, o ciclo do carbono ou biomassa é relativamente menos afetado pelos animais a pasto. Na digestão da celulose, a fração consumida é aquela de ataque mais fácil por microrganismos, de modo que em suas fezes resta ainda uma quantidade importante de resíduo celulósico para a mesofauna e os organismos do solo.

Considerando esses processos, os pontos-chave para o manejo da fertilidade são a correta lotação e a reposição do N irremediavelmente perdido nas manchas de urina. Essa reposição pode ser feita através da adubação com nutrientes trazidos de outras áreas, ou através de leguminosas, tanto arbóreas como herbáceas, acopladas funcionalmente à pastagem.

O acoplamento pode ser feito na forma de renques de leguminosas arbóreas, consorciação de leguminosas herbáceas com gramíneas, ou, o que tem sido mais usual, como legumineira. A solução mais trabalhosa e cara na instalação são o renque de leguminosas arbóreas, devido à dificuldade de manter as mudas até que o gado não possa mais destruí-las. Contudo, o

renque apresenta a grande vantagem de permitir o sombreamento controlado do pasto, propiciando maior conforto térmico para os animais durante o verão, muito apreciado até mesmo pelos zebuínos. Estima-se que apenas o desconforto possa reduzir em um terço o potencial de produção dos animais. O renque pode ser localizado de forma a atenuar também os ventos frios do inverno.

As perdas de biomassa por morte de animais e por pragas

Um aspecto de profundas e negativas conseqüências das criações sobre a fertilidade do sistema é que muita biomassa é desperdiçada embutida nos animais perdidos. Nas propriedades familiares, é comum perderem-se pintos, leitões e bezerros por problemas de causa sanitária e/ou nutricional. Como regra, tais problemas estão também relacionados às instalações e ao manejo.

Apenas como exemplo, cada leitão de 10 kg morto representa a perda de 100 a 150 kg de milho, o que pode representar quase 800 m^2 de milho produzindo 2 t/ha. Ao longo do ano, a perda de uma dúzia desses leitões pode representar o desperdício de todo o trabalho embutido em um hectare de milho. Esse tipo de perda diminui a eficiência do sistema como um todo, reduzindo a capacidade econômica do agricultor para gerenciar a fertilidade.

De maneira semelhante, as perdas causadas por ratos e insetos no milho armazenado desfalcam o sistema. O milho é a base da alimentação de suínos e de aves entre os pequenos agricultores no Paraná, e essas criações respondem por quase todo o suprimento de produtos animais na dieta das famílias. Assim, perdas de milho influem diretamente na alimentação dos agricultores.

À guisa de conclusão

À luz das informações e conceitos trabalhados até o momento, as decisões sobre o manejo do solo, das lavouras e das criações geram efeitos uns sobre os outros e sobre a fertilidade do sistema como um todo. Esses efeitos ocorrem mesmo quando os gerentes do sistema trabalham com uma visão compartimentalizada. Isso porque a natureza funciona de maneira integrada e o sistema agrícola não deixa de ser um sistema biológico, estando sujeito aos mesmos processos que os sistemas naturais. A diferença única consiste em que, nos sistemas agrícolas, dentro de certos limites, a dinâmica natural pode ser manejada pelo agricultor, tanto para melhor quanto para pior.

Nesse sentido, o conceito de fertilidade do sistema é um elemento integrador de todas as atividades agrícolas e de suas interfaces. O objetivo

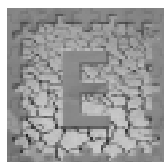
neste capítulo foi focalizar essas interfaces, de modo a subsidiar a gestão consciente da fertilidade do sistema, reforçando os processos que a criam e minimizando os que a desgastam.

Para sumarizar as idéias centrais desse manejo integrado, listam-se a seguir os pontos mais relevantes:

- A fertilidade é um atributo do sistema.
- O caráter da fertilidade é integrador e antrópico.
- Em geral no Brasil, os principais elementos de manejo da fertilidade são o condicionamento climático, a ciclagem de biomassa e a ciclagem dos nutrientes minerais.
- A organização espacial e funcional do sistema precisa estar sintonizada entre si.
- O propósito do agroecossistema deve ser otimizar a produção de biomassa.
- As explorações que desgastam e que recompõem a fertilidade precisam guardar uma relação entre si, que permita a manutenção da fertilidade do sistema de produção como um todo.
- A ciclagem da biomassa é o foco para o manejo da fertilidade, procurando-se acoplar a ela o máximo possível dos fluxos dos nutrientes minerais.
- No tocante à exploração das áreas sob culturas, o objetivo é manter-se cobertura verde e densa trama de raízes absorventes no solo durante todo o tempo.
- Deve-se evitar concentrações de biomassa, porque elas ensejam a perda de fertilidade, tanto em biomassa quanto em nutrientes minerais.
- Nas criações, deve-se dedicar atenção ao manejo das excreções, centrando esforços na redução das perdas de animais.

Naturalmente, esses pontos precisam de uma tradução no nível das propriedades, a ser realizada para cada situação de maneira particular, considerando suas potencialidades e limitações. A visão sistêmica constitui uma nova abordagem, uma vez que a maioria das propostas de aprimoramento da agricultura tem resultado de abordagens setoriais. Por essa razão, a abordagem integrada da fertilidade é também um desafio, cujo enfrentamento é necessário para o desenvolvimento de sistemas agrícolas mais sustentáveis, inclusive nos aspectos sócio-econômicos.

CAPITULO V

Estratégias de manejo da fertilidade do sistema

ste capítulo trata da aplicação dos conceitos e informações focalizados nos capítulos anteriores. Por assim dizer, ele tem uma característica mais forte de "mãos na massa". Para o autor, foi e continua sendo uma dúvida se ele deveria ser incluído e como, porque há sempre uma tendência da parte do leitor de tentar reproduzir os exemplos dados. Reproduzir os exemplos não é um problema, quando a situação descrita guarda estreita semelhança com aquela enfrentada pelo leitor.

Porém, num país de dimensões continentais, com uma diversidade edafo-climática e sócio-econômica como o Brasil, reproduzir as soluções sempre comporta riscos. Na construção de uma agricultura sustentável, o fator mais importante é o aprendizado dos conceitos e fatos importantes, e a habilidade de traduzi-los para cada situação. Desenvolver essa habilidade é o objetivo maior deste livro.

Para esse objetivo, a primeira necessidade é compreender o funcionamento do sistema, para, a partir dessa compreensão, esboçar mentalmente o norte a ser buscado, de maneira iterativa e interativa. O passo seguinte é converter esse norte numa proposta de aprimoramento para cada situação particular, refletida numa estruturação e funcionamento do sistema que promovam a fertilidade. A essa altura, convém destacar que, na maioria das iniciativas de produção orgânica no país, tanto as percepções dos técnicos e agricultores como os sistemas praticados estão muito longe desse ideal.

Assim, a decisão de se incluir este capítulo se prendeu à idéia de que focalizar algumas situações usuais poderia servir como inspiração aos técnicos e agricultores para o aperfeiçoamento dos sistemas locais. De fato, constata-se que, embora as situações possam ser muito diversas, elas podem ser enfeixadas em grandes grupos, semelhantes quanto a suas necessidades de estruturação e manejo do condicionamento climático, da ciclagem de biomassa e ciclagem de nutrientes minerais. Este capítulo focaliza justamente as estratégias gerais de manejo desses grandes grupos de situações.

Não obstante, antes de abordar essas estratégias, convém relembrar alguns aspectos da construção da produção efetivamente colhida pelo agricultor. Em

última análise, a agricultura é, como num antigo ditado chinês, a arte de colher o sol. A quantidade de luz define o teto máximo de produção, desde que os outros fatores (ar, temperatura, água e nutrientes minerais) estejam supridos. As formas como esses fatores podem ser manipulados foram discutidas em capítulos anteriores. Do ponto de vista bioquímico, a produção máxima é atingida quando a máxima fotossíntese líquida é alcançada. Isso implica minimizar os estresses de temperatura, de água, de O_2 ao nível das raízes, de CO_2 ao nível do limbo foliar e de nutrientes minerais. Contudo, o que o agricultor pode efetivamente colher ainda não é isso, mas a parte restante depois de descontadas as perdas por pragas e doenças. Sobre essa parte restante, incide ainda o risco de perda por adversidades climáticas repentinas, tais como o acamamento ou as geadas.

Felizmente, a natureza provê exemplos de como estruturar e manejar o ambiente, de como promover os fatores favoráveis à produção e de como minimizar os desfavoráveis. De fato, essa distinção é apenas didática, porque um mesmo elemento ou prática normalmente realiza várias funções. Um quebra-vento devidamente posicionado e botanicamente diversificado diminui as perdas de água da cultura, reduz o risco de acamamento, abriga inimigos naturais de pragas, etc. A cobertura morta com palhadas protege o solo da erosão, melhora o arejamento das raízes, contribui para a diversificação da entomofauna e assim para o controle de pragas, melhora o fornecimento de água para as culturas, etc.

Essa multifuncionalidade decorre da integração que é própria da natureza, e que constitui o elemento central da sua sustentabilidade. Isso coloca uma dificuldade de exposição para o autor, porque cada aspecto considerado, por exemplo, o condicionamento climático, repercute em vários outros. Dessa maneira, ou o texto se torna repetitivo ou incompleto. Assim, o leitor deve manter sempre em mente que a forma de apresentação tem apenas uma função didática, e tente mentalmente fazer sua integração.

Estruturação da propriedade

Ao entrar uma propriedade rural, o visitante é confrontado com uma visão dos resultados das decisões tomadas sobre ela ao longo do tempo no passado. O tipo e a distribuição das benfeitorias, seu estado de conservação e utilização, a ocupação do terreno com lavouras, pastos, matas, etc. refletem a lógica de estrutura e funcionamento que se desenvolveu da sua implantação até o momento da visita.

Na maioria das propriedades no Brasil, um elemento fundamental dessa lógica foi o uso temporário. Tinha-se por certo que o terreno se cansaria após alguns anos, e novas terras teriam de ser abertas mais adiante. Os terrenos cansados eram então relegados a explorações secundárias, de menor densidade econômica, mormente pastos. As instalações eram localizadas em função, sobretudo da proximidade da água, para o abastecimento das habitações, das criações e como fonte de energia para “engenhos” de moagem, de serraria, etc.

Com o advento dos insumos químicos, não houve mudanças significativas no padrão de estruturação das propriedades. A aplicação de fertilizantes e agrotóxicos deu um novo fôlego à produção, mas não exigiu novos conceitos ou reorganização. Toda a área poderia ser ocupada com pasto, ou cafezal, ou lavouras anuais. Em lugar de consumir novas terras pelo desmatamento, a assim dita modernização passou a destruir a terra mais por dentro, contaminando-a e em geral acelerando sua erosão edáfica e genética. Uma versão moderna da agricultura itinerante.

Para a construção de uma agricultura ecológica e sustentável, a lógica de organização da propriedade precisa ser reformulada. Isso se traduz na necessidade de redefinição das formas de ocupação do solo e de localização da infra-estrutura, de tal maneira que promova a manutenção da fertilidade e facilite a operacionalização das atividades.

Considerando as situações comuns no Brasil, alguns passos costumam ser necessários para ajustar as propriedades antigas a essa nova lógica. O primeiro passo é dividir a área em talhões, a serem utilizados, de forma balanceada, com explorações que desgastam e que recuperam a fertilidade (Figura IV.2), e com elementos que promovem o condicionamento climático e a preservação da biodiversidade.

Idealmente, a localização dessas áreas ao largo da propriedade e seu manejo devem ser tais que minimizem as necessidades de transporte e de mão-de-obra. Quando a funcionalidade e operacionalidade não são devidamente consideradas, os custos de operação do sistema sobem e sua administração também se torna mais difícil. É freqüente que os agricultores e agrônomos, tomando por natural a estrutura herdada do passado, não percebam de início a necessidade de reestruturação. Esse lapso de percepção ocasiona um considerável número de problemas, dificultando o manejo biológico e econômico da propriedade.

A reorganização da estrutura e do funcionamento das propriedades normalmente implica mudanças na sua estratégia econômica. Por essa razão, a reorganização precisa ser escalonada de modo conveniente. Numa propriedade amadurecida, a paisagem normalmente inclui quebra-ventos e cercas vivas, áreas de preservação da vegetação nativa, presença importante de leguminosas fixadoras de N, entremeadas com as áreas de lavouras e pastos.

Condicionamento climático

As estruturas mais usuais são quebra-ventos e cercas-vivas, cuja posição ideal é aquela que melhor atenda às necessidades microclimáticas das culturas ou criações exploradas. Usualmente, busca-se reduzir a velocidade dos ventos excessivamente frios ou secos, e promover algum sombreamento no verão. Muitas vezes, por questões de relevo, esses elementos de condicionamento climático precisam ser colocados em linhas de nível, podendo haver canalização de vento em alguns setores. Isso pode ser amenizado antepondo-se barreiras transversais

onde necessárias. As cercas-vivas e quebra-ventos podem ser construídos com espécies de interesse para outros fins.

Para funcionarem como reservas de biodiversidade, especialmente como abrigos de inimigos naturais de pragas agrícolas, eles precisam ser botanicamente diversificados. Por exemplo, comparando-se uma barreira de napier puro com uma de guandu com mato por baixo, a de guandu abriga maior biodiversidade de insetos benéficos. No guandu com mato, a presença de diferentes substratos alimentares, tais como folhas, hastes, pólen, néctar, etc. permite o estabelecimento de mais espécies de insetos. Assim, para efeito de controle de pragas, a barreira de napier é menos interessante. Nessa linha de raciocínio, o melhor efeito é obtido com faixas de vegetação natural.

O manejo dos elementos de condicionamento climático (podas, raleios, uso como forragem ou cobertura de solo, aproveitamento da lenha, produção de mel, etc.) deve ser tal que contribua para o funcionamento do sistema como um todo. A localização, a escolha das espécies e o seu manejo precisam ser pensados conjuntamente. As possibilidades de combinação são infinitas, e dependem, em última análise, da criatividade do agricultor e do técnico. Contudo, convém ter sempre em mente quais os principais elementos climáticos a controlar (calor, frio, vento, geada, etc.), e dar asas à imaginação não os perdendo de vista.

Ciclagem de biomassa e de nutrientes minerais

A ciclagem da biomassa e a dos nutrientes minerais precisam ser pensadas conjuntamente, tendo em mente que a melhor situação é acoplar o máximo possível da ciclagem de nutrientes à ciclagem de biomassa. E ambas precisam ser pensadas juntamente com a estruturação física da propriedade, para minimizar as perdas e evitar gastos desnecessários de mão-de-obra e energia transportando materiais.

Nessa linha de raciocínio, a localização das benfeitorias é decisiva. Por exemplo, é melhor localizar a sala de ordenha no meio do pasto e transportar apenas o leite, do que localizá-la próxima da sede da propriedade e ter de transportar grandes volumes de esterco e de forragem. Normalmente, é melhor produzir biomassa no campo onde ela vai ser utilizada, do que ter de transportá-la.

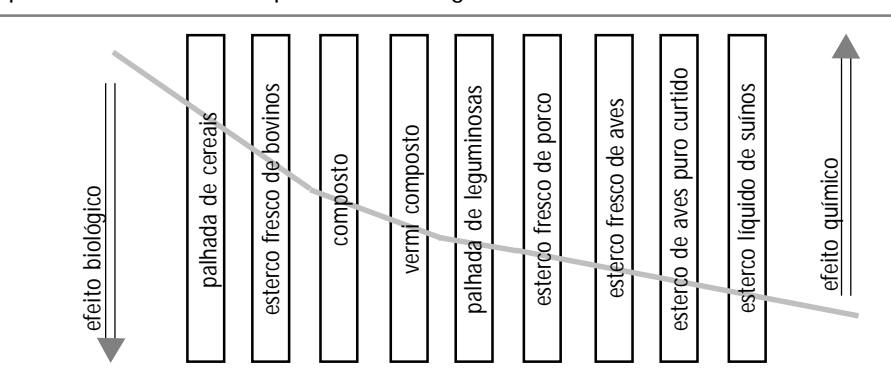
Uma vez pensadas a estrutura física e o funcionamento da propriedade, pode-se passar ao manejo de cada forma de utilização da terra, no sentido de reforçar a reconstrução da fertilidade e minimizar seu desgaste. Contudo, convém ter sempre em mente que cada forma de exploração é intrinsecamente mais ou menos desgastante segundo sua natureza (ver Figura IV.2).

Para se discutir o manejo e a estratégia de adubação das distintas formas de utilização dos terrenos, faz-se necessário antes conhecer os principais adubos utilizados na agricultura ecológica, que são abordados em seqüência.

Os principais adubos em agricultura ecológica

Para bem compreender a ação dos adubos utilizados em agricultura ecológica sobre o solo e as plantas, pode-se raciocinar em termos de efeitos químicos em oposição aos biológicos e físicos, ou de efeitos imediatos e pouco duradouros contra efeitos mais lentos e duradouros (Figura V.1).

Figura V.1

Comparação dos principais adubos orgânicos quanto ao seus efeitos químicos e biológicos

A palhada de cereais tem efeito quase exclusivamente biológico, ligado à alimentação das cadeias tróficas associadas à decomposição da biomassa. É um material sobretudo celulósico. No extremo oposto, o esterco líquido de suínos, composto essencialmente por materiais do conteúdo celular, apresenta efeito sobretudo químico. Os materiais carbonados eventualmente presentes no esterco líquido de suíno são de decomposição fugaz. A linha divisória entre o efeito químico e o biológico é arbitrária. A figura também pode ser entendida como composta de 3 classes de adubos orgânicos: celulósicos ou de efeito mais lento e mais duradouro (palhada de cereais e esterco de ruminantes); de conteúdo celular ou de efeito mais rápido e fugaz (palhada de leguminosas, estercos de aves e suínos) e intermediários (composto, vermicomposto).

Os materiais com baixo teor de celulose e elevado teor de substâncias amiláceas e protéicas produzem um rápido efeito sobre as plantas. Esse é o caso do esterco de suínos e especialmente do de aves, e também da urina de qualquer animal. Essa rapidez se deve, sobretudo à ação de microrganismos, que em poucos dias ou semanas liberam a maior parte dos nutrientes disponíveis, especialmente do nitrogênio. Por isso, sua resposta é rápida e fugaz como a da uréia.

Também os efeitos indesejáveis de acidificação e perda das boas propriedades físicas do solo são semelhantes aos induzidos pelo uso contínuo de uréia. De fato, são os teores de uréia ou ácido úrico nesses estercos que respondem pela maior parte, tanto dos seus benefícios quanto dos seus inconvenientes. Assim, o esterco de aves é mais rápido e também mais danoso do que o de suínos. Também como a

uréia, esses estercos estão sujeitos a perdas de N para a atmosfera e à lixiviação de nitrato, o de aves mais que o de suínos.

No outro extremo estão os adubos mais ricos em celulose, como as palhadas de cereais, cujos efeitos de natureza química demoram mais a se revelar, embora os benefícios físicos devidos à sua ação como cobertura sejam observáveis em poucas semanas. Se incorporados, esses adubos apresentam um notável efeito físico, mas esse efeito é acompanhado pela imobilização do N do solo, de modo que se prefere recomendá-los como coberturas.

Como cobertura morta, o efeito físico resulta sobretudo da ativação biológica da mesofauna alimentada pela cobertura. Como fruto da atividade desses pequenos animais, artrópodes e anelídeos, melhora-se o arejamento do solo e criam-se condições para uma vida microbiana ativa e equilibrada. Assim, o termo cobertura morta é enganoso, porque os efeitos positivos de devem muito à ação de organismos vivos aos quais ela fornece alimento e abrigo.

Tabela V.1

Relação C/N e teores de N, P_2O_5 e K_2O de alguns fertilizantes orgânicos secos a 110ºC (Adaptada de Kiehl, 1985)

Material	Relação C/N	N(%)	P_2O_5 (%)	
Esterco de carneiro	15:1	2,13	1,28	
Esterco de gado	18:1	1,92	1,01	
Esterco de galinha	10:1	3,04	4,70	
Esterco de porco	10:1	2,54	4,93	
Palha de milho	112:1	0,48	0,38	
Palha de aveia	72:1	0,66	0,33	
Palha de arroz	39:1	0,78	0,58	
Palha de feijão	32:1	1,63	0,29	
Capim colonião	27:1	1,87	0,53	—
Capim cidreira	62:1	0,82	0,27	—
Grama seda	31:1	1,62	0,67	—
Grama batatais	36:1	1,39	0,36	—
Crotalária (C. juncea)**	26:1	1,95	0,40	
Guandu**	29:1	1,81	0,59	
Mucuna preta**	22:1	2,24	0,58	
Serragem de madeira	865:1	0,06	0,01	

*** (—) Dado não disponível.   ** Supostamente em florescimento.**

As fezes de ruminantes se encontram numa situação intermediária entre as palhadas de cereais e os estercos de suínos e aves. Sua composição em termos de celulose e nutrientes minerais, e também sua condição de trituração, proporcionam uma ativação da mesofauna menos duradoura que as palhas, mas mais duradoura que os estercos de suínos e aves. Por outro lado, seu efeito químico imediato é menos marcante que o de aves e suínos, mas mais acentuado que o das palhadas.

A seguir, comentamos brevemente as principais características dos adubos orgânicos mais comuns. A Tabela V.1 apresenta alguns parâmetros químicos desses materiais, mas os números podem levar a conclusões enganosas, se não se considerar as particularidades de cada material, sobretudo a sua função e forma de degradação na natureza.

Palhas

São os resíduos de plantas que entraram em senescência, tendo translocado para as sementes a maior parte dos nutrientes. As palhas são bons reservatórios de potássio, mas se expostas à chuva o potássio é perdido por lixiviação.

As palhas de gramíneas incorporadas ao solo melhoram suas propriedades físicas e biológicas. Por esse efeito, são recomendadas no preparo inicial, em solos muito desgastados. Contudo, por seu baixo teor de nitrogênio, os microrganismos retiram esse elemento do solo durante a decomposição da palha. Conseqüentemente, as plantas que crescem no terreno apresentam sintomas de deficiência de nitrogênio. Esse inconveniente pode ser contornado pela incorporação simultânea de materiais mais ricos em nitrogênio, como o composto ou estercos.

Contudo, nos solos não excessivamente desgastados, as palhas de gramíneas são um bom material, sobretudo para cobertura morta.

As palhas de leguminosas são comparativamente mais ricas em nutrientes minerais que as de gramíneas. Por isso, se decompõem muito rapidamente, sendo boa fonte de nitrogênio, mas contribuindo menos para a recuperação biológica do solo. A decomposição das palhas de leguminosas envolve mais os microrganismos do que a mesofauna, de modo que tende a ser pequena sua contribuição para a melhoria das propriedades físicas do solo.

A velocidade de decomposição das folhas senescidas de árvores é muito variável. Em algumas espécies, principalmente naquelas de folhas ou folíolos pequenos, como a leucena e a gurucaia, a decomposição costuma ser rápida. Isso pode se dever ao melhor contato com o solo por seu tamanho diminuto e/ou pela relação C/N mais baixa. Em outras espécies, a relação C/N muito ampla e seu conteúdo em lignina, taninos, óleos essenciais, alcalóides, sílica, etc. podem tornar sua decomposição bem mais lenta que a de cereais.

Serragem e maravalha

Nas serrarias se produzem resíduos de madeira de vários tamanhos. O mais fino é o pó de serra ou serragem, cuja granulometria lembra a farinha de mandioca. No desengrossamento ou aparelhamento da madeira, é produzida a maravalha, que consiste em lâminas finas ou fitas. Esse material é muito apreciado como cama de aviário.

A composição química da serragem e da maravalha é a mesma da madeira que as originou, geralmente muito rica em energia (celulose) e pobre em nitrogênio. Apresentam também quantidades importantes de lignina, nisso contrastando com as palhas. De acordo com a madeira de origem, sua decomposição é mais ou menos lenta.

Incorporadas ao solo, tanto a serragem quanto a maravalha induzem a imobilização do nitrogênio. A imobilização de N pela serragem é mais intensa, por sua maior superfície de reação. Como cobertura morta, ambos os materiais apresentam problemas. A serragem tende a formar blocos quando molhada, impedindo a germinação das sementes. A maravalha é um meio de cultura de fungos, que podem danificar as espécies sensíveis.

Por essas razões, o melhor uso desses materiais é a compostagem, em combinação com outros resíduos mais facilmente decomponíveis. Embora de compostagem demorada, os resíduos de madeira produzem composto de efeito duradouro, devido à sua riqueza em derivados da lignina. Para acelerar a compostagem desses materiais, é necessário adicionar materiais mais ricos em nutrientes minerais, como os estercos de aves e suínos, e inocular bactérias que atacam celulose e lignina. Os estercos de ruminantes são ricos em bactérias celulolíticas e as terras de mata são boa fonte de bactérias que atacam a lignina.

Esterco de aves

As aves não produzem urina, eliminando os resíduos da queima de compostos nitrogenados juntamente com as fezes. Por isso, seu esterco é mais rico em nitrogênio que o de ruminantes ou suínos.

A composição do esterco de aves varia com a espécie e o tipo de alimentação. Gansos, alimentando-se de pasto, produzem esterco mais pobre em nitrogênio e mais rico em celulose que galinhas d'angola, criadas à base de grãos e insetos.

No entanto, o grosso do esterco de aves provém de frangos e galinhas, de criações intensivas alimentadas com ração. Nesse caso, o esterco é rico em nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo, mas pobre em celulose. Por isso sua decomposição é rápida, liberando-se em poucos dias a maior parte dos nutrientes. Essa liberação rápida tem conseqüências importantes para o manejo do esterco. Se deixado curtir, as perdas de N por volatilização podem ser quase totais.

Para evitar esses inconvenientes, o esterco de aves não deve ser armazenado puro. Idealmente, deve ser misturado a materiais de relação C/N elevada e materiais coloi-

dais de reação ácida, como a terra. A relação C/N elevada promove a imobilização do nitrogênio do esterco por microrganismos; os materiais coloidais fixam as moléculas de amônia volatilizadas. Esse processo é uma compostagem. Na impossibilidade da compostagem, a adição de supersimples, por sua reação ácida, fixa a amônia convertendo-a em amônio, mas a eficiência é menor.

No caso de uso direto do esterco fresco, a incorporação ao solo reduz as perdas de nitrogênio por volatilização da amônia. Contudo, a amônia no solo é logo convertida a nitrito e depois a nitrato, que é uma forma química estável, mas facilmente lixiviável.

A descarga de nutrientes no solo pelo esterco de aves fresco é semelhante à de um adubo mineral. Em curto prazo, o excesso de nitrogênio no solo, transferido para a seiva das plantas, a torna melhor alimento para insetos sugadores, que tendem a aumentar. A longo prazo, a aplicação contínua de esterco de aves compromete as qualidades físicas e microbiológicas do solo.

Em culturas de ciclo longo, a eficiência de aproveitamento dos nutrientes do esterco de aves tende a ser maior em cobertura do que como adubação de plantio. O aproveitamento é máximo com uma leve incorporação e/ou irrigação após a aplicação.

Normalmente, o esterco de aves criadas em galpões vem misturado ao material de cama. Essa mistura passa por duas etapas de decomposição. Na primeira, o esterco propriamente é atacado, seguindo os processos que se terminou de descrever. Na segunda etapa, o material de cama é atacado, passando por processos variáveis segundo sua composição química e fracionamento físico (superfície de exposição).

Considerando-se o conjunto das suas características, riscos de perdas de nutrientes e efeito sobre as plantas, como recomendação geral, melhor é utilizá-lo como ingrediente do composto do que puro.

Esterco de ruminantes e composto

Como para quaisquer outros animais, a composição do esterco dessas espécies depende da alimentação. Exclusivamente a pasto, o conteúdo de nitrogênio desses estercos é menor do que com suplementação com concentrados.

Do que o animal ingere, e não aproveita, parte se encaminha para as fezes e parte para a urina. O nitrogênio e os compostos de solubilidade elevada são excretados principalmente pela urina, enquanto os compostos de estrutura química mais resistente são eliminados nas fezes. Nas fezes incluem-se ainda microrganismos do rúmen, células de descamação e produtos lançados pelo organismo à luz do trato intestinal. Como referência média, pode-se considerar que, do total de N ingerido, cerca de 70% é excretado pela urina e 10% a 15% pelas fezes.

Quando o esterco provém de retiros, na sua composição entram apenas fezes, posto que a urina se perde por infiltração no solo. Quando provém de estábulos, incluem-se quantidades variáveis de palha, que retém parte da urina. Para a retenção total da urina produzida por uma vaca adulta são necessários 5kg a 6kg de palha seca por dia de estabulação. Nesse caso, tanto a urina quanto as fezes são aproveitadas, resultando em maior eficiência de reciclagem.

A maior parte do esterco disponível no Brasil é de retiros, portanto mais pobre em nitrogênio do que os congêneres de climas temperados, onde os animais são estabulados no inverno. O esterco de retiro pode ser usado curtido, compostado ou cru.

O curtimento do esterco é o seu envelhecimento sob condições não controladas. Há um aquecimento da massa, sob a ação de bactérias termofílicas, que vão consumindo os compostos de carbono do material, aumentando assim o teor dos outros nutrientes no resíduo. A chuva lixívia os nutrientes, de modo que convém proteger o monte. O esterco curtido é uma massa escura, com aspecto gorduroso e cheiro agradável.

A compostagem é um aperfeiçoamento do curtimento natural. Ao esterco pode-se adicionar palhas e outros tipos de resíduos vegetais, terra, esterco já compostado. A fermentação do material é homogeneizada pelo revolvimento da pilha durante o processo. Pode-se adicionar também fosfatos de reação ácida para reter a amônia e enriquecer o produto final com fósforo. A escola biodinâmica utiliza preparados para acelerar a formação e melhorar as propriedades do composto.

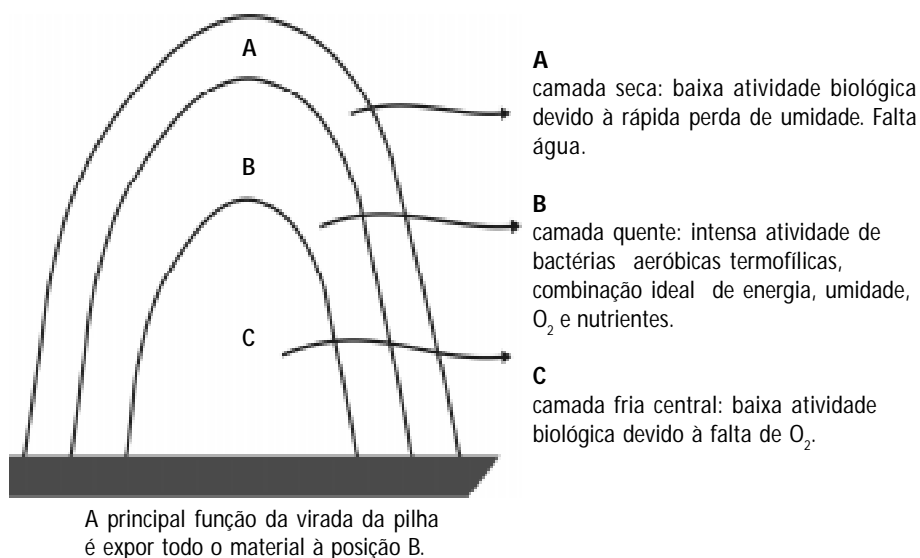
Figura V.2

Camadas de atividade biológica numa pilha de composto

A
camada seca: baixa atividade biológica devido à rápida perda de umidade. Falta água.

B
camada quente: intensa atividade de bactérias aeróbicas termofílicas, combinação ideal de energia, umidade, O_2 e nutrientes.

C
camada fria central: baixa atividade biológica devido à falta de O_2.

A principal função da virada da pilha é expor todo o material à posição B.

O curtimento ou a compostagem reduzem o volume do material, de modo que o esterco curtido ou composto é sempre usado com parcimônia, como adubos de base no plantio. Em cada local e para cada cultura, é preciso ir adequando a dosagem, que costuma variar entre 20t/ha e 40t/ha.

Na preparação do composto, os iniciantes costumam enfrentar alguns problemas. Às vezes a pilha não aquece, outras vezes esfria repentinamente ou acama. Os fatores que definem o processo de compostagem são os mesmos que se aplicam ao desenvolvimento da vida em geral: energia, ar, água, nutrientes minerais e temperatura. A única diferença é que a luz é substituída pela energia fixada na biomassa. Ao se observar uma pilha de composto, constata-se que a camada com temperatura elevada é uma capa abaixo da superfície, mas acima do centro da pilha (Figura V.2).

Na superfície, o rápido dessecamento impede o desenvolvimento das bactérias. Adentrando a pilha, chega-se a uma região ainda bem arejada e com bastante umidade, onde o aquecimento atinge seu pico. Mais para dentro, a temperatura baixa devido à insuficiência de arejamento. A finalidade de se revirar a pilha é trocar essas camadas de posição, homogeneizando o material. Do ponto de vista sanitário, essa homogeneização é especialmente importante porque submete todo o material da pilha à ação das temperaturas elevadas, que destroem os propágulos ou formas de resistência de fito-e zoopatógenos. Por isso, onde o material usado para compostagem apresenta esse tipo de risco, convém revirar com mais cuidado e mais freqüência.

Caso a pilha tenha sido feita com material muito pobre em nutrientes minerais, por exemplo, apenas palhas de cereal, faltam nutrientes para manter a atividade das bactérias, de modo que não há aquecimento. Nesse caso, pode-se corrigir a situação introduzindo-se materiais ricos em nutrientes, tais como estercos de galinha, resíduos de abatedouro, descartes de peixaria, etc.

Outro problema usual é o esfriamento por falta de ar. Quando o material está excessivamente molhado, seu peso leva ao acamamento da pilha, de modo que o espaço poroso diminui e o processo é prejudicado. Quando a umidade é insuficiente no interior da pilha, desenvolvem-se fungos, observando-se um mofo branquicento característico.

Contudo, convém ter em mente que a decomposição dos resíduos vegetais sempre ocorre na natureza, apenas que sua velocidade pode ser variável. Na fase inicial da decomposição em uma pilha de composto, as bactérias presentes trabalham à temperatura ambiente. Quando a temperatura no interior da pilha começa a se elevar, as populações bacterianas vão se alterando, tornando-se dominantes aquelas que toleram temperaturas elevadas, ditas termofílicas. Tais bactérias têm como característica uma elevada capacidade de degradar biomassa, realizando em poucas semanas o que levaria meses ou anos à temperatura ambiente.

Do ponto de vista do uso da energia da biomassa, as bactérias termofílicas são concorrentes da mesofauna. *O custo de se acelerar a produção do composto via bactérias termofílicas é o desperdício da energia sob forma de calor. Essa mesma energia poderia ser utilizada para incrementar a biodiversidade do sistema, se o material fosse utilizado como palhada, resultando em benefícios como o revolvimento mecânico do solo, o controle de pragas, a alimentação de aves e mamíferos*. Sob esse ponto de vista, a utilização dos resíduos crus ou em camadas finas é mais vantajoso, embora o efeito imediato sobre as plantas seja mais fraco.

O composto, assim como os estercos, é uma forma de transferência de fertilidade. Costuma ser de grande utilidade para cultivos intensivos, mas seu uso em grandes áreas requer estudo cuidadoso em face dos custos de transporte envolvidos e da sua natureza de material de transferência.

Esterco de suínos

Como os ruminantes, os suínos separam a urina das fezes. Pela natureza de sua alimentação, as fezes são mais ricas em nutrientes e mais pobres em matéria orgânica que as de ruminantes. A matéria orgânica presente é de decomposição rápida, de modo que o esterco suíno é mais um alimento para as plantas que para o solo.

O porco é acometido de muitas doenças que atacam o homem e atualmente a maior fonte de teníase nos meios urbanos é justamente as hortaliças contaminadas. Por esses riscos, é preferível reciclar o esterco de porco em culturas arbóreas ou de cereais.

Nas propriedades, historicamente, o destino do esterco de suínos confinados era o córrego mais próximo, perdendo-se os nutrientes nele contidos e contaminando os cursos d'água. Mais tarde, sobretudo devido à legislação ambiental, tornou-se comum recolher os estercos de suínos com a água de lavagem em tanques de retenção. Periodicamente, esses tanques precisam ser esvaziados, exigindo o transporte e a distribuição desse chorume nas áreas de lavoura, normalmente morro acima. Esse material pode conter teores de gordura suficientes para comprometer a infiltração de água no solo, podendo aumentar o risco de erosão. Além disso, a adição de água no esterco onera o custo de transporte e espalhamento do material e aumenta o risco de acidentes ambientais no caso de rompimento de tanques.

Do ponto de vista de uma agricultura ambientalmente correta, ambos os sistemas apresentam desvantagens. O sistema mais desejado para suínos confinados é a cama alta, com materiais higroscópicos e de alta relação C/N, como o pó de serra, a maravalha e palhas picadas. O constante fuçar dos animais contribui para a mistura de seus excrementos com a cama, iniciando-se um processo de compostagem ainda dentro do barracão. A altura da cama varia com o material: quanto mais higroscópico e maior sua superfície de reação, tanto mais fina pode ser a camada. Do ponto de vista da mão-de-obra, o manejo de cama alta

requer a movimentação periódica da cama. Contudo, o trabalho necessário é sensivelmente menor do que o necessário para a limpeza com água.

Ao ser retirada dos barracões, a cama misturada com as fezes e a urina dos animais, normalmente já escurecida, tem seu processo de compostagem ativado pelo arejamento, pois que sua remoção equivale a uma revirada da pilha de composto. Com as temperaturas elevadas, o material sofre uma “pasteurização”, destruindo-se os propágulos de vermes intestinais e de outros patógenos eventualmente presentes. Repetindo-se a revirada mais duas a três vezes, de acordo com a necessidade, o composto final resulta praticamente isento de patógenos, de modo que a pressão de inóculo de doenças diminui no ambiente da criação.

Essa sanitização nunca ocorre na coleta de esterco com água, porque a pasteurização nunca ocorre nesse sistema. Contudo, talvez a maior vantagem no uso da cama alta seja o controle de odores. O autor deste livro teve a oportunidade de visitar barracões de suínos no Sudoeste do Paraná com 500 a 600 porcos em terminação, sobre cama de 50cm a 60cm de serragem, nos quais nenhum odor de excrementos podia ser sentido.

Adubos verdes

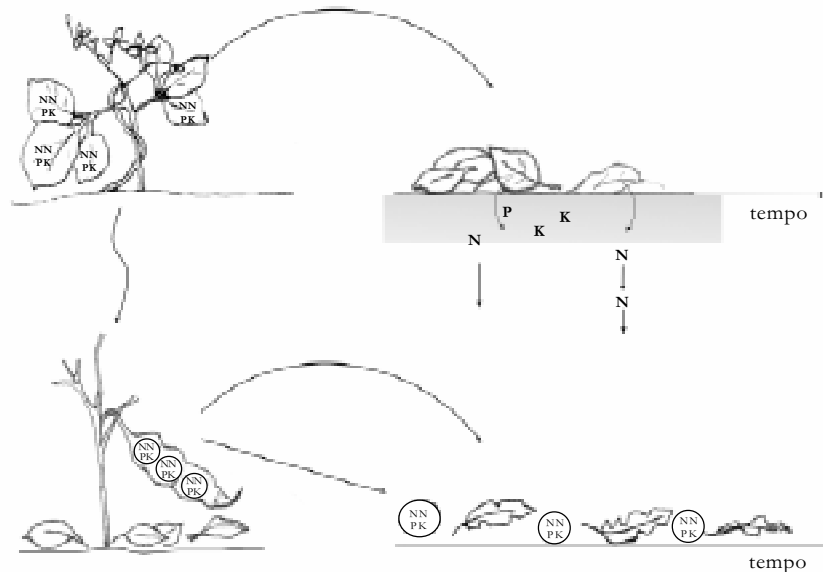
Para áreas mais amplas, a adubação orgânica se centra nas palhadas, na adubação verde e no pousio arbustivo e/ou arbóreo. A necessidade de pousio arbustivo ou arbóreo depende da dotação natural do ambiente. Em condições muito favoráveis às culturas anuais, esse pousio pode ser até abolido; inversamente, quanto menos favorável a área, mais freqüente deverá ser o pousio. Nas áreas de produção mecanizada intensiva, o pousio tende a ser eliminado por razões econômicas. Nessas condições, a adubação verde tende a se transformar num dos pontos-chaves para o sucesso do sistema.

Na tradição agrícola européia, o termo adubo verde é utilizado para designar plantas cultivadas com a finalidade de melhorar a fertilidade do solo, normalmente leguminosas, que são cortadas e incorporadas quando florescem. Modernamente no Brasil, o termo adubo verde tem sido utilizado numa acepção mais ampla, de planta que bem se encaixa no sistema de culturas vigente, contribuindo para sua proteção e fertilidade. Assim, engloba também culturas de cobertura.

Nessa acepção, a escolha da espécie de adubo verde é feita tentando obter o maior benefício possível e considerando os outros elementos do plano de rotação. Em geral, busca-se: (1) a máxima produção de biomassa, quanto mais lignificada melhor; (2) a máxima fixação de N, e (3) o controle de pragas, doenças e invasoras. Contudo, o peso relativo de cada um desses objetivos é variável. No caso da produção orgânica de soja, os objetivos mais importantes são o controle de ervas e a produção de biomassa. No caso de milho, é muito mais importante a fixação de N. Em áreas com olericultura infestadas de nematóides de galha importa, sobretudo o controle desses vermes.

Figura V.3

Mudanças nas condições químicas dos adubos verdes cortados verdes ou maduros.

A - Corte do material verde

B - Corte do material maduro

> O material cortado verde é rico em nutrientes minerais e carboidratos solúveis. Por isso, sua decomposição é rapida e as perdas normalmente são elevadas. No material cortado maduro, os nutrientes minerais e carboidratos solúveis são translocados para as sementes. As folhas e hastes, com mais celulose e lignina, se decompõem mais lentamente.

Além da escolha da espécie, a forma como é manejada é de fundamental importância. Nos países de clima temperado, a recomendação de corte no florescimento se deve a dois fatos interligados: primeiro, nessa fase a decomposição é mais rápida, o objetivo visado, e, segundo, a estação de cultivo é curta. Assim, importa acelerar a decomposição para liberar os nutrientes minerais para a cultura seguinte.

De maneira geral, a situação no trópico úmido é a inversa. A decomposição da biomassa é muito rápida, de modo que os problemas de lixiviação e erosão tendem a ser muito mais importantes. *Assim, na maioria das situações no Brasil, o ideal é deixar o adubo verde completar o ciclo e deixá-lo como cobertura sobre o solo.* Nesse caso, os nutrientes facilmente translocáveis são orientados para as sementes, tornando-se as folhas e hastes mais liginificadas e celulósicas (Figura V.3). Nessa situação, sua decomposição é mais lenta, permanecendo o solo protegido por mais tempo, e alimentando-se a mesofauna.

A fixação de N por leguminosas é outro aspecto que induz ao manejo mais tardio possível. Durante seu crescimento, a leguminosa está, por assim dizer, montando uma fábrica de fixação de N, cuja máxima atividade ocorre ao redor do florescimento. Isso porque, no seu ciclo de vida, é justamente essa a fase de maior demanda para a formação das sementes. Normalmente, até o florescimento foram fixados entre 50% e 70% do N, de modo que o corte no florescimento desperdiça de 30% a 50% do potencial de fixação da planta. Para dar uma ordem de grandeza, isso significa um desperdício de algo como 30kg/ha a 100kg/ha de N. Por essa razão, é melhor deixar a leguminosa completar seu ciclo.

Entretanto, quando a leguminosa completa seu ciclo, embora tenha fixado mais N, a cultura seguinte pode produzir menos do que quando cortada no florescimento. Isso porque a quantidade de nutrientes disponibilizados imediatamente após o corte no florescimento, especialmente N, pode ser maior do que quando o ciclo é completado. Ao se reproduzir, a leguminosa transloca para as sementes a maior parte dos nutrientes minerais de seus tecidos, de modo que, embora a quantidade total seja maior, a fração dominante está encapsulada nas sementes. Estima-se que, para as leguminosas de grão, a fração encapsulada esteja ao redor de 70%. À medida que essas sementes se decomponham, esses nutrientes serão disponibilizados.

Do ponto de vista da decomposição dos resíduos do adubo verde, o processo também é sensivelmente afetado pela fase do ciclo. As folhas e hastes das plantas maduras, mais celulósicas e lignificadas, e empobrecidas em amidos e nutrientes minerais, são de decomposição mais lenta, simulando a serrapilheira das matas. Por isso, tendem a oferecer uma cobertura do solo mais duradoura, mais eficiente no controle da erosão e de plantas invasoras.

Naturalmente, a decisão de manter o adubo verde até o final de seu ciclo implica a escolha de espécies ou de manejos de modo tal que não haja problemas de infestação na cultura seguinte. Esse objetivo pode ser atingido de maneiras diversas: escolhendo espécies cujas sementes logo apodrecem, ou cujas sementes possam ser utilizadas na alimentação animal, ou colhidas e vendidas como sementes.

Assim, a forma de manejo do adubo verde, a época de corte ou rolamento, e sua incorporação ou não, dependem do objetivo visado. Se cortado no florescimento e incorporado, a decomposição é rápida, de modo que uma parcela importante dos nutrientes será liberada antes de a cultura seguinte estar em condições de absorvê-la. Por isso, haverá perdas, especialmente do N por lixiviação.

Cortado ou rolado já maduro e não incorporado, para a cultura seguinte atuará também como cobertura morta. Contudo, mesmo quando as plantas são cortadas maduras, as folhas das leguminosas se decompõem muito rapidamente, de modo que a semeadura da cultura seguinte deve ser imediata, para reduzir as perdas de nutrientes.

Por muito tempo, raciocinou-se que a incorporação de matéria orgânica no solo, qualquer que fosse, contribuiria para aumentar seu teor de húmus. Contudo, em curto prazo, dificilmente esse efeito se verifica. Quando o objetivo é aumentar o teor de húmus, melhor estratégia é aumentar a massa de raízes no solo, a quantidade de material orgânico sobre o solo e não arar.

Há pouco mais de uma década, sobretudo a partir de estudos do agrônomo Renê Piamonte Peña, então ligado ao Instituto Biodinâmico, de Botucatu, começou a divulgação no Brasil do uso de "coquetéis" de adubos verdes. A idéia subjacente é que, por melhor que seja a espécie de adubo verde, seu cultivo exclusivo não deixa de ser uma monocultura, sujeita aos problemas típicos dessa condição. Dentre esses problemas, destaca-se a exploração desigual do solo, a seleção de pragas e doenças, o desbalanço da atividade biológica em favor de umas poucas espécies e a redução da biodiversidade.

A solução, para melhor simular a natureza, seria cultivar um conjunto de espécies com hábitos de crescimento e necessidades contrastantes, idealmente de nichos complementares. A dificuldade reside justamente em identificar as complementaridades, e encaixar o conjunto de espécies no sistema de rotação visado. Por exemplo, aveia preta e ervilhaca, em regiões de invernos frios e úmidos, e com solos não muito depauperados, encaixam-se bem. A aveia é de crescimento mais rápido, e fornece suporte para a ervilhaca, quando esta começar a alongar suas hastes. A inclusão de nabo forrageiro na mistura aveia preta com ervilhaca precisa ser vista com muito cuidado. Muito mais competitivo no início do ciclo, o nabo forrageiro pode abafar as duas outras espécies, terminando o coquetel por se transformar numa monocultura do nabo.

Dentre os adubos verdes usuais no Brasil, os mais agressivos e que por isso podem sufocar outras espécies são: no inverno, o nabo forrageiro; no verão, as mucunas de cipó (preta, cinza, branca, rajada). Dentre as crotalárias, a mais agressiva é a júncea, que facilmente abafa a maioria das outras leguminosas, exceto as mucunas de cipó. Isso não quer dizer que tais espécies não devam ser utilizadas, mas que a combinação de espécies deve ser tal que atenda ao objetivo visado.

O encaixe do coquetel no sistema de rotação visado deve ser cuidadosamente examinado considerando o tempo disponível para os adubos verdes, os equipamentos disponíveis para o manejo da massa e, sobretudo as pragas e doenças dos cultivos principais. Como recomendação geral, não convém utilizar adubos verdes que multiplicam nematóides de galhas, ou doenças de difícil controle. Por essa razão, a utilização de labelabe, feijão-de-corda, tremoços, girassol e outros deve ser examinada com muita atenção.

Húmus de minhoca

O termo "húmus" de minhoca consagrou-se para designar as excretas desses anelídeos, cujo nome biológico é coprólito (copro: fezes; lito: pedra). Sua composição é distinta da fração húmica do solo.

Nos últimos anos, a produção e a utilização do húmus de minhoca têm se popularizado. As minhocas são criadas em canteiros sobre composto previamente preparado, alimentando-se dele e ali deixando seus coprólitos. Com o tempo, os compostos que servem de alimento às minhocas vão se exaurindo, e elas saem do canteiro à procura de novos substratos.

O material desses canteiros é então peneirado para separação das minhocas remanescentes. O produto que fica é o *húmus* de minhoca, mistura de composto e coprólitos, com pequenas quantidades de resíduos e ovos da própria minhoca.

O húmus de minhoca é material de decomposição avançada, portanto de rápida liberação de nutrientes. É mais um alimento para as plantas que para o solo. Seu elevado preço atual limita sua utilização às plantas ornamentais.

Antes de se instalar minhocário próprio, convém ponderar sua pertinência, uma vez que o composto para a alimentação das minhocas pode ser aplicado diretamente no solo de cultivo. É preciso quantificar as vantagens de poder fertilizante com o trabalho adicional e a não alimentação dos organismos do solo.

Pós de rocha

Os pós de rocha estão entre os mais antigos materiais utilizados para fertilizar terrenos. Entre nós, os pós de rocha mais usuais são os calcários, de uso corrente como corretivo de acidez e fornecimento de Ca e Mg.

Na busca de se mimetizar o funcionamento da natureza nos sistemas agrícolas, os pós de rocha aparecem como uma opção natural, uma vez que, na maioria dos solos, a quase totalidade dos nutrientes minerais vem da rocha mãe. Não obstante, há algumas limitações a esse uso, ligadas à escala de tempo e à termodinâmica.

A escala de tempo para a intemperização das rochas e formação de solo é a escala geológica, contada em centenas a milhares de anos. Do ponto de vista termodinâmico, as rochas que permanecem na superfície após esse tempo normalmente são aquelas mais estáveis, de intemperização difícil. Nessa linha de raciocínio, seria esperar demasiado suprir nutrientes na escala de tempo das safras agrícolas com rochas.

Contudo, pelo menos para algumas rochas de decomposição mais rápida, como os calcários, a utilização é corriqueira, requerendo, contudo, uma fragmentação mecânica que aumente suficientemente sua superfície de reação. Outra rocha de fácil decomposição é o basalto, do qual, contudo, os resultados experimentais raramente mostram efeitos positivos, de modo similar aos fosfatos de rocha do Brasil.

Não obstante, a maior parte da experimentação com pós de rochas foi realizada em solos sob manejo convencional, reduzindo-se a dinâmica de intemperismo aos fatores químicos desses solos. A experimentação de longo prazo e englobando a dinâmica biológica ainda é uma lacuna na experimentação agronômica.

Do ponto de vista prático, há uma grande confiança na utilização de pós de rocha associados à ativação biológica do sistema, e, em condições de preço favoráveis, não há contra-indicações. Além disso, especialmente em relação a fosfatos, há evidências de sua extração, por plantas com adaptações pertinentes, diretamente de fontes consideradas insolúveis. Tais adaptações constituem um ponto de contato entre o fluxo puramente mineral dos nutrientes e seu fluxo acoplado à biomassa.

Biofertilizantes

Esse termo tem sido utilizado no Brasil para designar o material líquido resultante da fermentação de estercos em água. Ao ser colocado em meio aquoso, o esterco sofre um rápido ataque por bactérias aeróbicas. Em pouco tempo, esse ataque esgota o oxigênio dissolvido na água, de modo que bactérias anaeróbicas passam a predominar. Essas bactérias produzem metabólitos, que servem de substrato a outras bactérias, e assim sucessivamente. À medida que o meio vai se tornando mais anaeróbico, torna-se também quimicamente mais redutor, terminando por produzir metano, o gás inflamável dos biodigestores, de onde lhe veio o nome de biofertilizante.

Na produção para uso em adubação, os biodigestores para biogás têm sido substituídos por bombonas ou barris plásticos, onde se coloca o esterco e a água. Normalmente, o recipiente é fechado, deixando-se apenas uma mangueira mergulhada em água para a eliminação dos gases produzidos. O esterco mais usual é o de bovinos, fresco, utilizado à base de 40 litros para cada 100 litros completados com água. Outras fontes de biomassa também podem ser utilizadas.

Após cerca de um mês, no verão, ou um mês e meio, no inverno, separa-se o líquido sobrenadante, que é pulverizado nas culturas, normalmente diluído de 2% a 5%. Como as populações de bactérias estão em constante sucessão, sua composição varia ao longo do tempo e é influenciada pela temperatura, que pode apressar ou retardar o processo. Por isso, o biofertilizante não pode ser armazenado por muito tempo e, em condições de muito frio, convém expor as bombonas ao sol.

No Centro de Agricultura Ecológica de Ipê, no Rio Grande do Sul, desenvolveu-se uma variante do processo, visando a suprir micronutrientes juntamente com o biofertilizante. Essa variante ficou conhecida como super-magro, em referência a Delvino Magro, o técnico agrícola que a desenvolveu. A modificação introduzida por Magro consistiu em adicionar micronutrientes sob a forma de seus sais químicos ao material em fermentação. Para amenizar o efeito depressivo sobre a população de bactérias, junto aos sais se adicionam leite e melaço, que são estimulantes da atividade microbiana. Esse procedimento pode ser ajustado às condições locais, segundo as deficiências minerais predominantes, que podem ser sensivelmente diferentes daquelas da Serra Gaúcha e também dependem das culturas focalizadas.

Muitas vezes, a aplicação de micronutrientes em sua forma química pura resulta em toxicidade, porque os limites entre as doses adequadas e as excessivas podem ser muito estreitos. Isso não tem sido observado em aplicações na forma de biofertili-

zante, o que tem sido atribuído à quelação dos micronutrientes por metabólitos de microrganismos. Dessa forma, a planta poderia fazer uma absorção seletiva daqueles nutrientes de que necessita.

A forma como o biofertilizante atua nas plantas não é completamente esclarecida. Estudos de Wagner Bettiol e colaboradores, do CNPMA, em Jaguariúna, e de Vairo Santos, da Pesagro, Rio de Janeiro, sugerem haver diferentes formas de atuação. No caldo de fermentação, desenvolve-se uma bactéria chamada *Bacillus subtilis*, cujos metabólitos são tóxicos a vários organismos fitopatogênicos. Além disso, o biofertilizante contém quantidades de substratos ainda sujeitos à decomposição, que seriam atacados por microrganismos na superfície do limbo foliar, após o produto ser pulverizado. Esses microrganismos dificultariam o ataque por fitopatógenos devido a concorrerem por espaço vital. Uma terceira explicação, baseada na Teoria da Trofobiose, de Chaboussou, sugere que os micronutrientes fornecidos pelo biofertilizante equilibrariam melhor o metabolismo da planta, tornando-a menos propensa às doenças e pragas.

De qualquer maneira, o biofertilizante tem sido muito utilizado, especialmente na produção de hortaliças, frutas e para o controle da ferrugem do café. Convém ter em mente que, salvo no caso de fornecimento de micronutrientes, o termo “biofertilizante” pode ser enganoso, porque leva a imaginar efeitos na esfera nutricional quando seus efeitos parecem ser mais fitossanitários.

Na busca de sistemas agrícolas efetivamente sustentáveis, o uso de biofertilizantes não deixa de ser uma artificialidade. Pragas, doenças ou deficiências minerais normalmente são indicadoras de falhas na escolha de culturas, no manejo ou na própria concepção do sistema. Contudo, de um ponto de vista mais pragmático, o uso dessa artificialidade pode ser vantajoso como estratégia de ajuste a realidades econômicas dadas.

Microrganismos eficazes

Na escola de Agricultura Natural, ligada à Igreja Messiânica, tem-se feito uso extensivo de preparados microbianos divulgados como microrganismos eficazes ou EM (do inglês, *Effective Microorganisms*). Esses microrganismos foram inicialmente selecionados pelo Professor Teruo Higa, da Universidade de Ryukiu.

Posto que uma grande quantidade de processos vital é mediada por microrganismos, uma idéia imediata seria selecionar cepas capazes de desempenhar funções desejáveis. Contudo, como seu metabolismo costuma ser muito simples, uma cepa desenvolvida para determinada função pode ser incapaz de desempenhá-la se qualquer condição de ambiente lhe for desfavorável. Assim, o professor Higa selecionou tipos capazes de desempenhar funções desejáveis em várias situações, misturando-as posteriormente, de modo que o conjunto se mantenha eficaz. Assim, por exemplo, em pH 5, determinadas cepas se tornariam dominantes, enquanto em pH 6 seriam outras, mas de tal forma que o processo desejado fosse alcançado.

Os EM têm sido utilizados na produção de adubo (bokashi), na composição de rações, na água de bebida dos animais e em outros processos. Na produção de bokashi, utilizam-se farelos de cereais, tortas de oleaginosas, farinha de peixe e outros resíduos, que são misturados e inoculados com EM. A composição do bokashi pode ser ajustada de acordo com os ingredientes disponíveis e as necessidades das culturas. Relatam-se resultados muito favoráveis de sua utilização.

Na composição de rações e na água de bebida dos animais os EM supostamente melhorariam a saúde do animal e contribuiriam para seu melhor desempenho, inclusive diminuindo a infestação de carrapatos. O autor deste livro teve a oportunidade de visitar granjas de suínos com sensível redução de odores após a introdução de EM na água de bebida.

Do ponto de vista prático, o bokashi é um fertilizante caro, e utiliza matérias-primas nobres, que poderiam ter uso em alimentação animal ou humana. Por isso, a ampliação de seu uso parece estar circunscrita às culturas intensivas, de maior valor unitário.

Em analogia com o biofertilizante, a necessidade de se utilizar os EM pode ser um indicador de que o sistema está mal concebido ou mal manejado. Também analogamente, pode ser uma opção aceitável em função do mercado que é dado. Contudo, mais do que o biofertilizante, os EM têm corrido um risco relativamente grande de se transformarem em outra caixa preta. Pode substituir parcial ou totalmente alguns agrotóxicos, mas não contribui para uma nova *compreensão* da agricultura, que se encaminhe para soluções mais e mais sustentáveis.

Estratégias de adubação orgânica segundo o tipo de exploração

Em abundância de composto, esterco bem curtido ou húmus de minhoca, todas as explorações vegetais podem apresentar ótimo desempenho, pelo menos por algum tempo. A utilização de grandes quantidades de estercos leva ao aumento dos teores de P, de modo que adubações pesadas com esterco podem levar a desequilíbrios ao longo do tempo.

Contudo, na prática, esterco ou composto são materiais de disponibilidade limitada, seja por seu preço ou pela necessidade de trabalho e biomassa para sua produção. A produção de 30t de composto para adubar um único hectare implica que, dependendo da região, entre cinco e dez outros hectares estarão sendo minados em benefício do que recebe o composto.

Por isso, é preciso estabelecer uma estratégia de adubação compatível com a extensão da área cultivada e a natureza dos cultivos explorados. A seguir, delineiam-se estratégias específicas para os tipos de exploração usuais nos sistemas agrícolas no país.

Culturas anuais

Em ambientes de clímax florestal, como é o caso da maior parte do território brasileiro, culturas anuais constituem uma forma de utilização muito desgastante da fertilidade. Por isso, o período de aproveitamento com culturas anuais tem sido historicamente curto. Em solos muito favoráveis, pode durar uma ou duas décadas, mas normalmente bem menos. A solução historicamente desenvolvida ao largo de todo o planeta foi o pousio arbóreo.

Assim, permanece sem resposta a pergunta se, em longo prazo, será possível praticar uma agricultura sustentável nas terras florestais do trópico úmido sem pousio florestal. O único exemplo historicamente consagrado de agricultura sustentável no trópico úmido são os sistemas baseados no arroz irrigado. Contudo, mesmo nas regiões onde predomina esse método de cultivo, as terras bem drenadas são ocupadas por sistemas que incluem o pousio florestal.

Nas últimas décadas, em face da impossibilidade de pousio arbóreo, a situação tem sido temporariamente contornada recorrendo-se ao uso de fertilizantes minerais e pesticidas. Porém, com o tempo, esse recurso tem se revelado inadequado, porque a causa básica da degradação é a perda de biomassa e de biodiversidade no sistema. Assim, ainda que permaneça a dúvida sobre o longo prazo, podem-se utilizar estratégias que, em curto prazo, contribuam para recuperar a biodiversidade e incrementem a produção de biomassa no sistema.

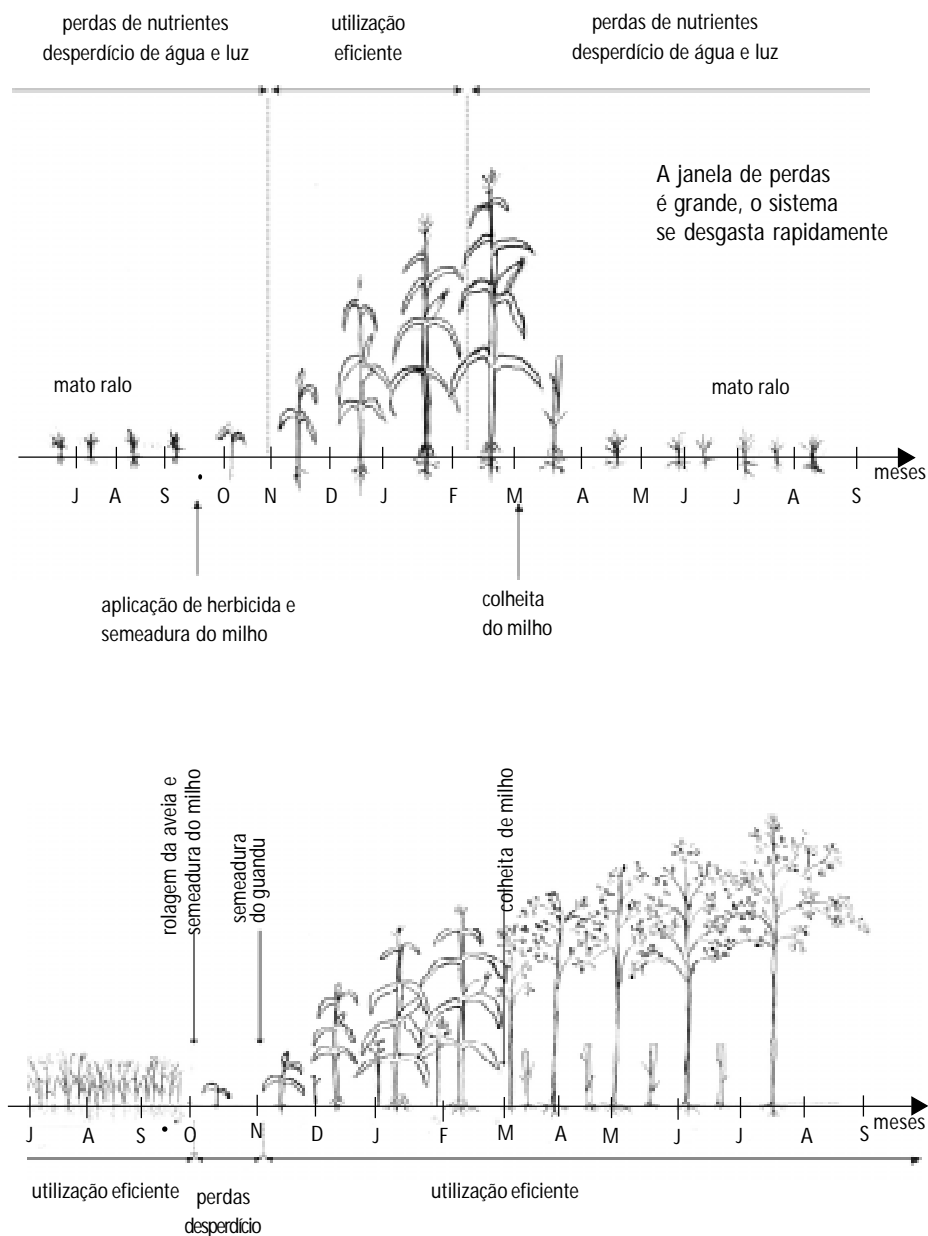
Na agricultura ecológica, para as culturas anuais, o ideal a ser perseguido é a cobertura *verde* do solo durante todos o 365 dias do ano (Figura V.4), de modo a se produzir tanta biomassa quanto possível. A cobertura *verde* visa também a manter uma trama radicular densa e permanente para evitar perdas por lixiviação. Para isso, o primeiro ponto são as próprias culturas, o segundo os adubos verdes e o terceiro as culturas tampão. Idealmente, todas devem produzir palhadas que fiquem no terreno, para alimentar os detritívoros, a mesofauna e os microrganismos do solo.

A soja, nossa principal leguminosa em área, deixa muito pouca palha, e sua decomposição é sobremaneira rápida. Por isso, após sua colheita, convém semear imediatamente uma espécie ávida por N e, de preferência, com boa palhada. Nesse aspecto, as gramíneas parecem ser imbatíveis.

No caso do milho, cereal de maior expressão, a produção de biomassa depende fortemente da disponibilidade de N, de modo que as leguminosas de inverno têm um papel essencial a cumprir. O nitrogênio contido na leguminosa começa a ser liberado imediatamente após seu corte ou rolagem, expondo-se a perdas por lixiviação. Por isso, o milho deve ser semeado o quanto antes. O potencial de produção do milho cai à medida que se alongam esses períodos vazios entre o corte ou rolagem da leguminosa e a instalação do cereal.

Figura V.4

Utilização dos nutrientes, luz e água ao longo do ano, em terrenos com lavouras temporárias

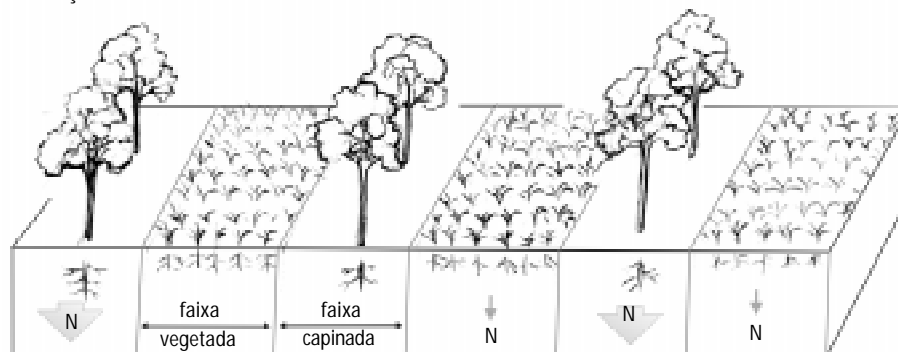
A cobertura verde do terreno e a trama ativa e persistente otimizam o aproveitamento da água, luz e nutrientes disponíveis. A janela de perdas é pequena

Quando tais períodos são inevitáveis, pode-se utilizar culturas tampões. Um tampão sempre possível é a vegetação espontânea, desde que seus inconvenientes futuros possam ser manejados. Para o tampão de final de inverno-início de primavera, tem-se recomendado o milheto. Em muitas regiões no Brasil, tem-se difundido o milho como cultura tampão no verão.

O arroz de sequeiro se beneficia muito da rotação com leguminosas, e se elas forem convenientemente manejadas podem contribuir para o controle de ervas, que constitui uma das maiores dificuldades nessa cultura.

Na elaboração de planos de rotação, não é realista trabalhar com seqüências longas e inflexíveis, uma vez que elas correm um grande risco de serem abandonadas em razão das flutuações do mercado. Mais pragmático é desenvolver seqüências anuais ou no máximo bienais, que possam ser acopladas, como nas Figuras II.4 e V.4, a critério do agricultor. A inclusão de culturas arbustivas de ciclo longo pode ser muito benéfica, porque mimetiza em certa medida a primeira fase da regeneração natural da floresta, trazendo de volta à superfície nutrientes de camadas mais profundas e incorporando biomassa.

Essa estratégia que se acaba de descrever pode ser complementada com materiais de adubação externos ao terreno, que supram os nutrientes em baixa: fosfatos naturais, cinzas, etc. Para se vender a produção como orgânica, é preciso que esses materiais se enquadrem nas normas exigidas pelo comprador.

Figura V. 5

Produção de biomassa em culturas arbóreas

Tanto o estrato arbóreo quanto o herbáceo produz biomassa. A biomassa colhida normalmente provém do estrato arbóreo. A biomassa produzida no estrato herbáceo pode funcionar na alimentação da biodiversidade do sistema e para a manutenção das boas propriedades do solo. As perdas de nutrientes, sobretudo N, costumam ser sensivelmente menores na faixa vegetada. Se a faixa vegetada inclui leguminosas e o sobreamento não é excessivo, a fixação de N pode ser ativa. A sustentabilidade do sistema é tanto maior quanto maior for a porcentagem de área vegetada.

Culturas arbóreas e similares

A introdução de biomassa externa quer como cobertura, composto, estercos, etc. deve ser vista como um acontecimento excepcional nesses cultivos, e restritas à recuperação inicial de áreas já muito degradadas. Bem manejados, esses cultivos podem se manter produtivos por longo tempo porque desgastam o terreno sensivelmente menos que as culturas anuais.

Esse menor desgaste se deve à melhor proteção física do solo e ao maior potencial de produção de biomassa. Podendo fazer fotossíntese durante todo o ano, num estrato arbóreo e num estrato herbáceo, sua produção de biomassa e retenção de nutrientes minerais é sensivelmente mais eficiente. Naturalmente, esse potencial se reduz à medida que o solo é exposto pela capina e à medida que se raleia o estrato arbóreo (Figura V.5).

Assim, em culturas arbóreas com boa cobertura do terreno ou com estrato herbáceo permanente e bem vegetado, a adubação se refere, sobretudo aos nutrientes minerais exportados, que variam segundo o tipo de produto extraído. A produção de resina de pínus exporta muito menos nutrientes do terreno do que a de uvas ou laranjas.

Nas culturas arbóreas perenes com espaçamento largo, o ponto central do manejo está no estrato herbáceo. Introduzindo-se leguminosas no estrato herbáceo, pode-se colher nitrogênio do ar, suprindo no todo ou em parte as necessidades de N do estrato arbóreo. Porém, isto só ocorre se houver sol atingindo o solo, porque a fixação na sombra é praticamente nula. O estrato herbáceo pode ainda produzir considerável quantidade de biomassa para alimentar os detritívoros, a mesofauna e os microrganismos do solo.

A produção da maioria das árvores de fruto tende a ser prejudicada por gramíneas, porque, desde que haja sol abundante, estas ervas são muito competitivas por nutrientes. A produção de frutíferas também costuma ser desfavorecida por excesso de N, que pode advir de populações homogêneas de leguminosas. Assim, o manejo ideal é aquele que permite uma população variada de ervas, mormente folhas largas, sem predomínio de leguminosas nem de gramíneas.

Para atingir esse objetivo, costuma ser necessário introduzir leguminosas e ir manejando a vegetação herbácea. Roçadas baixas tendem a selecionar gramíneas rasteiras, de modo que é melhor roçar periodicamente a alturas variáveis. A capina deve ser restrita ao mínimo indispensável para a produção econômica da cultura.

No caso de plantas que perdem as folhas no inverno, como as videiras e várias frutas de clima frio, pode-se aproveitar a luz disponível no inverno para a cultura fixadora de N e também para a produção de biomassa.

Outra estratégia, para o fornecimento de N, é intercalar árvores fixadoras de nitrogênio, como a acácia negra. Essa opção é interessante como estratégia de diversificar o estrato arbóreo, mas naturalmente ocupa o espaço de algumas árvores de produção. Esse espaço pode ser ou não ser relevante, considerando-se que a fixação de N no estrato herbáceo pode exigir um espaçamento mais amplo das árvores de produção.

O café é uma planta do sub-bosque das florestas de altitude da Etiópia. E, embora seja cultivado no Brasil rotineiramente sem sombra, a introdução de um estrato arbóreo fixador de N apresenta uma série de vantagens. Dentre essas vantagens, destacam-se a melhor sanidade da cultura e a proteção contra geadas. Estudos conduzidos no IAPAR mostram que a proteção contra geadas não exige sombra total. Contudo, a sombra excessiva reduz a produção.

De maneira geral, uma janela de luz de 30% a 50% concilia bem as necessidades de produção e de proteção da cultura. Um ponto-chave é a escolha das árvores de sombra. Nas áreas com déficit de chuva no inverno, convém dar prioridade a árvores caducas, para reduzir a competição quando a água é crítica. Onde o risco de geada é maior, árvores que mantenham as folhas são preferíveis. Uma copada que permita a entrada de fachos de luz à medida que o sol caminha no horizonte é melhor do que uma copada que dê sombra leve e uniforme. Isso porque a luz que passa pela copada de sombra leve e uniforme tende a estar mais empobrecida de radiação fotossinteticamente ativa.

Outra estratégia no café pode ser incrementar a produção de biomassa e de N no estrato herbáceo, desde que os espaçamentos sejam abertos o suficiente. Num experimento do IAPAR no Norte do Paraná, em cafezal com espaçamento antigo, do tipo 4m x 2,5m, a intercalação de uma cova de leucena entre cada quatro covas de café permitiu uma produção equivalente a 70% do melhor tratamento, incluindo os adubos minerais. Contudo, foi o tratamento mais econômico por kg de café colhido. A leucena era podada periodicamente à altura do solo.

No contexto dos sistemas de produção de café predominantes no Brasil, há duas limitações importantes tanto ao sombreamento do café quanto à manutenção de um bom estrato herbáceo. A primeira é a prática dos cultivos intercalares de culturas herbáceas, como o milho, o feijão, o arroz, etc. O segundo é a arruação, que trunca a necessária e natural reconstrução do solo pelas palhadas e limita a produção de biomassa herbácea no sistema. Esses conflitos precisam ser cuidadosamente equacionados, sob pena de não adoção das práticas recomendadas.

Até o momento, nossa discussão se centrou na produção de biomassa e N, que formam ciclos perfeitos e, portanto podem ser manejados com reposições externas mínimas ou nulas. Contudo, qualquer que seja a cultura arbórea, com o passar dos anos, ou nos solos já depauperados, podem surgir deficiências de nutrientes minerais, tais como P, Mg, K, Zn, B, etc. Esses nutrientes podem ser fornecidos com aplicações de cinzas ou de outros materiais pertinentes, sobre o terreno, ou, no caso de micronutrientes, através do biofertilizante, ou ainda como pós de rochas.

Uma outra estratégia de fornecer esses micronutrientes consiste em dar mais um passo na simulação da natureza, acoplando a esses talhões a criação de animais compatíveis com o nicho disponível. Ao fornecer algum arraçoamento produzido externamente, está-se introduzindo nutrientes minerais que os animais espalharão na área de perambulação. Dentre as criações usuais, as aves domésticas são as que primeiro vêm à mente dos técnicos e dos agricultores, e efetivamente há um mercado desabastecido para ovos, frangos e galinhas caipiras. Naturalmente, há muitas outras possibilidades, e ajustes precisam ser feitos para assegurar uma perambulação homogênea dos animais e protegê-los de predadores. Esse é outro desafio à espera da criatividade do leitor.

Pastagens

Em regiões de clímax florestal, as pastagens constituem uma forma de utilização do terreno menos desgastante do que as lavouras anuais. Contudo, a sucessão ecológica atuará sempre no sentido de reconduzir o sistema ao clímax florestal, invadindo a pastagem com arbustos. Caso esses arbustos não sejam controlados, criam as condições para a próxima etapa da sucessão e assim por diante, até atingir o clímax florestal. Se a sucessão natural é impedida, através da constante remoção dos arbustos, o sistema entra numa espiral de decadência da fertilidade.

A rapidez da degradação é variável segundo as condições de clima e de solo. Em solos com características químicas mais favoráveis, o declínio tende a ser mais lento do que em solos pobres e já bastante intemperizados. Com relação ao clima, quanto mais rápido ele for conducivo ao restabelecimento do clímax florestal, também mais conducivo será ao empobrecimento caso a sucessão natural seja impedida. Assim, a inviabilização econômica pode levar uns poucos anos nos solos pobres da Amazônia, umas poucas décadas nos solos arenosos dos estados de São Paulo e do Paraná e um período mais dilatado nas terras roxas. No entanto, no momento em que cessar a interferência, a sucessão é retomada, variando as espécies pioneiras de acordo com o nível de degradação atingido.

De modo diverso, em regiões de clímax herbáceo, a ocupação do terreno com pastagens simula a vegetação natural, de forma que os problemas são menores. Nesse caso, o problema maior costuma ser a infestação das pastagens implantadas por espécies nativas, com melhor adaptação evolutiva ao terreno.

Contudo, em ambos os casos, os processos que causam a perda de produtividade do terreno enquanto pastagem costumam ser os mesmos, quais sejam: a compactação do solo e a perda de nutrientes minerais, sobretudo N. Por essa razão, para recuperar pastos é muito comum simplesmente arar, ou arar e adubar. A compactação reduz a aeração ao nível das raízes, dificultando a absorção de nutrientes minerais e por isso levando a um gasto maior de fotossintetatos no sistema radicular.

A compactação ocorre devido à grande pressão exercida pelas patas do animal, que dividem todo o peso de seu corpo sobre uma superfície relativamente pequena

de casco. O solo é mais susceptível à compactação quando seu teor de umidade é elevado. Por isso, os fatores básicos a definir a compactação são a lotação e a umidade do solo. Lotações mais baixas e a vedação do pasto ao gado em períodos de muita chuva contribuem para reduzir o problema.

Por outro lado, há processos naturais ocorrendo no terreno no sentido de descompactá-lo. Havendo palhada sobre o terreno, entra em ação um grande número de detritívoros e de organismos da mesofauna que revolvem o terreno, mas tais organismos apenas realizam um trabalho importante se estiverem devidamente alimentados. Por isso, a manutenção de uma camada de resíduos é tão importante nos pastos como nas áreas de lavouras.

A maior longevidade do pastoreio rotativo se deve justamente ao fato de que ele concilia esses dois processos. Embora o número de animais em cada piquete seja elevado, sua permanência é curta, e o pasto nunca é rapado. Assim, há tempo e alimento para a mesofauna benéfica trabalhar.

Um dispositivo adicional que pode contribuir para reduzir a compactação é definir áreas de sacrifício, para onde o gado deve ser levado quando as condições de clima tornam o terreno mais sujeito a dano causado pelo gado. Para a manutenção de um pequeno número de vacas leiteiras, uma capineira estrategicamente situada ao lado do estábulo pode cumprir função semelhante.

O empobrecimento das pastagens em nutrientes minerais, sobretudo em N, se deve à exportação nos produtos animais e, em importante medida, às perdas que ocorrem nas manchas de urina (ver capítulos III e IV). Para compensar essas perdas, é indispensável manter leguminosas associadas aos pastos (Figura V.6). As formas mais comuns de associação são: (1) leguminosa herbácea consorciada com a(s) gramínea(s), (2) como árvore ou arbusto no pasto e (3) como legumineira.

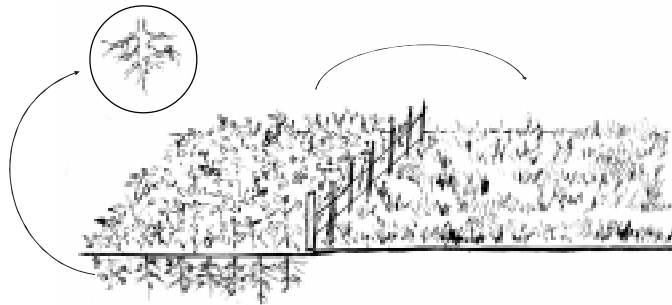
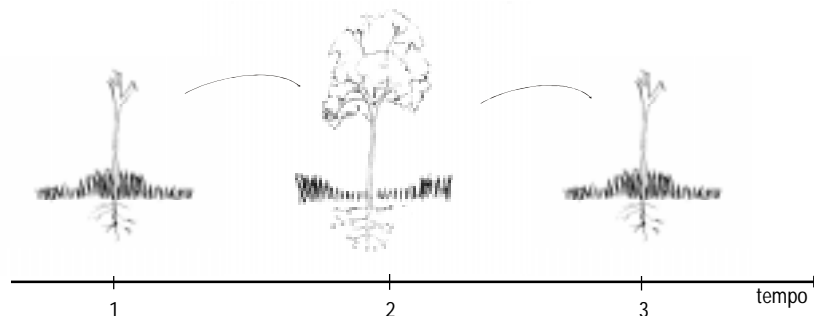
A consorciação de leguminosas herbáceas com o pasto (Figura V.6-A) é de difícil manejo, requerendo cuidado muito especial para que se mantenha. As árvores ou arbustos no pasto (Figura V.6-B) são muito desejáveis, e podem contribuir também para melhorar a produção devido ao maior conforto térmico possibilitado ao animal. Embora de difícil instalação, devido à necessidade de isolar as árvores dos animais enquanto elas são pequenas, a arborização dos pastos mimetiza as fases iniciais da sucessão natural. Por isso, pode conduzir o sistema a um patamar mais elevado de sustentabilidade.

A produção do pasto nas imediações das árvores tende a ser reduzida, devido à sombra da copada e especialmente à concentração do gado para ruminar. Enquanto está sob a árvore, o gado produz excreções que permanecem ali. Por isso, o terreno ao redor dessas árvores acaba sendo enriquecido com nutrientes retirados da área de pastagem. Parte dele pode ser perdida por lixiviação. Por isso, convém podar periodicamente a copada das árvores, antes que o pasto sob ela tenha desaparecido.

Figura V.6

Modalidades de associação de pastagens com a fixação de N por leguminosas:

A - Leguminosas herbáceas consorciadas com o pasto

B - Legumineiras

C - Leguminosas arbóreas periodicamente podadas

A consorciação, mostrada em A, costuma ser de difícil manejo. Em condições favoráveis à gramínea, a leguminosa tende a desaparecer por ser menos competitiva. As legumineiras (b) são de manejo mais fácil. O N fixado pela leguminosa é distribuído na pastagem pelo próprio gado, através da urina e das fezes. As leguminosas arbóreas com poda periódica (c) apresentam as vantagens adicionais da sombra e certa proteção contra ventos frios. A maior dificuldade é proteger as mudas do gado até que tenham altura e diâmetro suficiente. O arranjo espacial e a escolha das espécies das árvores são os pontos chaves para o estabelecimento desses sistemas silvo-pastoris, com elevado potencial de produção e sustentabilidade.

Convém distribuir as árvores fixadoras na pastagem de maneira a facilitar esse manejo. Linhas regularmente espaçadas e alternativamente podadas podem prover continuamente sombra e N ao sistema. Na escolha das espécies, costuma ser mais econômico preferir aquelas que servem de forragem ao gado.

Uma terceira modalidade de associação de leguminosas com o pasto são as legumineiras (Figura V.6-B). A legumineira é uma área separada, à qual o gado tem acesso controlado. A grande vantagem da legumineira é a facilidade de instalação. Sua associação com o pasto se dá através do manejo do gado. Para se otimizar a função fertilizante da legumineira sobre o pasto, os animais devem aí permanecer por uma ou duas horas diariamente, sendo em seguida conduzidos aos pastos para distribuir os nutrientes colhidos da leguminosa.

Além do N, os pastos podem sofrer perdas ou retiradas de outros nutrientes. Para compensá-las, pode-se lançar mão dos mesmos produtos utilizados nas plantas perenes arbóreas. Porém, quando o gado recebe suplementação mineral, quantidades substanciais de macro e micronutrientes estão sempre sendo introduzidas nas pastagens, o que torna o problema sensivelmente menor que nos pomares ou cafezais.

Em condições favoráveis de solo e de clima e se bem manejados, os pastos com leguminosas podem produzir um excedente de fertilidade para manter outras explorações na propriedade, através do esterco dos animais e das camas.

Forrageiras para ceifa

Nessa categoria se incluem as áreas para feno, silagem e capineiras para cortar e servir no cocho. Como toda a parte aérea da planta é colhida, e num estado de grande concentração de nutrientes minerais, o terreno é subtraído tanto desses nutrientes quanto da palhada que o alimentaria no período seguinte. Por isso, essas áreas sofrem uma baixa de fertilidade, que rapidamente se manifesta.

Para compensar essa baixa, há duas estratégias contrastantes. A primeira consiste em adubá-la pesadamente com biomassa e nutrientes minerais externos. Essa tem sido a estratégia usual nos piquetes de capim elefante para ceifa no Brasil, em geral localizados nas proximidades dos estábulos ou pátios de ordenha, para minimizar o transporte de forragem.

A segunda estratégia consiste em rotacionar a área de ceifa ao largo da propriedade, de modo a dividir o prejuízo, na expectativa de que a capacidade de recuperação do total da área compense o empobrecimento do talhão utilizado naquela safra para ceifa. Essa foi a estratégia historicamente adotada para a produção de feno nos países de clima temperado.

Em sistemas de produção em que o cultivo de forragem para ceifa ocupa a maior parte da área agrícola, não é possível manter a fertilidade sem pesados aportes do exterior. Entretanto, quando essas áreas representam uma pequena fração do total, e

há pastos bem manejados com leguminosas, é possível que um excedente de fertilidade produzido no pasto mantenha a área de ceifa. Naturalmente, o tamanho sustentável dessa fração dependerá do excedente de fertilidade no pasto.

Hortaliças e ornamentais

O cultivo comercial de hortaliças e plantas ornamentais é altamente exigente em fertilidade, tanto em termos biológicos quanto físicos e químicos. Por outro lado, devido à natureza amilácea dessas plantas e a quase nula produção de palhadas, elas contribuem muito pouco para a construção de fertilidade. Por isso, seu cultivo exige o aporte constante de materiais fertilizantes trazidos de outras áreas, particularmente estercos.

Devido à sua perecibilidade, a produção se concentra ao redor de grandes centros urbanos, onde o preço da terra é elevado e, por conseqüência, as propriedades tendem a ser pequenas. Por essas razões, o ideal de produzir a fertilidade nos limites da propriedade é mais difícil de ser conciliado com as expectativas e/ou necessidades econômicas dos agricultores. Dessa maneira, tende a haver uma total dependência de material fertilizante externo. Essa dependência se reflete em maiores gastos na aquisição do esterco. Por essa razão, a escolha do esterco e a eficiência em sua utilização são fundamentais.

Na escolha do esterco, o de herbívoros é preferível ao de suínos ou de aves. O de suínos apresenta o problema das doenças que pode transmitir ao homem. O de galinhas, embora muito utilizado, apresenta inconvenientes do ponto de vista da sanidade das plantas, da perda de nutrientes minerais e dos danos em médio prazo às condições físicas e biológicas do solo. O esterco de herbívoros é o que melhor ativa os mecanismos naturais de manutenção da fertilidade do terreno (ver Capítulo IV).

Qualquer que seja o esterco, sua compostagem pode ser vantajosa. O composto bem curado é material de fácil armazenagem e manuseio, com características químicas e biológicas capazes de atender às necessidades da maioria das olerícolas. Além disso, a compostagem corrige as características químicas e/ou biológicas indesejáveis dos estercos de suínos e de aves.

Para se economizar o esterco, além da compostagem, deve-se evitar o revolvimento do solo e usar o máximo possível de cobertura morta com palhadas. A velocidade de decomposição da biomassa fertilizante aproximadamente dobra a cada 9ºC de aumento na temperatura. A cobertura com palhada pode reduzir em 4ºC a 5ºC a temperatura do terreno. Assim, a utilização de cobertura morta pode dobrar o tempo de decomposição do esterco, evitando perdas de nutrientes. Contribui ainda com a economia de água de irrigação, o controle de patógenos e pragas do solo e o controle de ervas daninhas.

Figura V.7

Consorciação / Rotação de culturas em hortaliças

Busca-se o ideal de cobertura verde e trama radicular ativa e densa permanentes. As culturas mais exigentes são cultivadas logo após o preparo inicial, seguindo-se espécies cada vez menos exigentes. A ordem de exigências pode ser definida em termos de fertilização e /ou fitossanidade, de acordo com a situação local. Uma mesma cultura pode ser muito exigente em uma região ou época do ano, e pouco exigente em outra. A rusticidade aumenta quando se cultiva em clima e solo adequados.

Devido à importância das palhadas para o bom funcionamento do sistema, é desejável manter talhões de gramíneas de alta produção de biomassa para ceifa nos sistemas de produção de hortaliças. O mais comum é faixas ou talhões de napier, aproveitados como cercas vivas ou em áreas marginais na propriedade.

Outro elemento de manejo para otimizar o uso do esterco, da irrigação, dos nutrientes e do trabalho é definir um bom sistema de rotação/consorciação de culturas, aproveitando as potencialidades de cada espécie (Figura V.7). Estabelece-se uma ordem de exigência em adubação, e busca-se manter o terreno permanentemente vegetado, como no caso das culturas anuais. As possibilidades de combinações são muito variáveis, e vão depender do mercado e da criatividade do agricultor.

Culturas de estabelecimento lento como a cenoura ou a salsinha, que levam 30 a 40 dias para atingir ao redor de 5cm, podem ser consorciadas com culturas de ciclo curto, como o rabanete ou rúcula no inverno, ou o caruru no verão. Nesse mês inicial, os nutrientes liberados pelo esterco, a água aplicada e a luz disponível produzem uma sa-

fra complementar, em lugar de se transformar em plantas invasoras e trabalho. Culturas de espaçamento amplo, como as brássicas, podem ser consorciadas com alface, almeirão, radicchio, ou mesmo rúcula, com vantagens similares.

A rotação pode ser pensada nos seguintes termos: após o preparo inicial do solo, entram as plantas que exigem boa adubação com composto e terreno bem preparado, por exemplo, cenoura e rúcula. Colhe-se a rúcula. Uma semana antes de a cenoura ser totalmente colhida, procede-se uma colheita parcial, abrindo-se pequenas clareiras onde são imediatamente plantadas mudas de brócolis ou repolho. A sombra parcial da cenoura favorece o pegamento da brássica. Colhe-se o restante da cenoura. E assim por diante.

A seqüência de plantas mais ou menos exigentes em fertilização depende da região. Nas regiões mais altas e frescas, as hortaliças tipicamente tropicais, como o quiabo e a pimenta, requerem mais fertilização que nas regiões baixas e quentes. Inversamente, as hortaliças de clima ameno, como a alface e a cenoura, pedem mais fertilização nas áreas baixas e quentes. Esse comportamento está ligado às características climáticas de sua região de origem: quanto mais próximo o ambiente do da sua origem, menos fertilização é necessária. Assim, o plantio de cada espécie em sua melhor época também constitui uma forma de economizar esterco.

Convém mencionar que a economia de esterco não é apenas um problema econômico. Doses elevadas de estercos podem contaminar as águas do subsolo com nitratos da mesma forma que os adubos nitrogenados químicos, como a uréia ou o sulfato de amônio. Além disso, ao longo do tempo, fazem subir os teores de P a níveis de centenas de ppm, capazes de causar problemas na disponibilidade de micronutrientes.

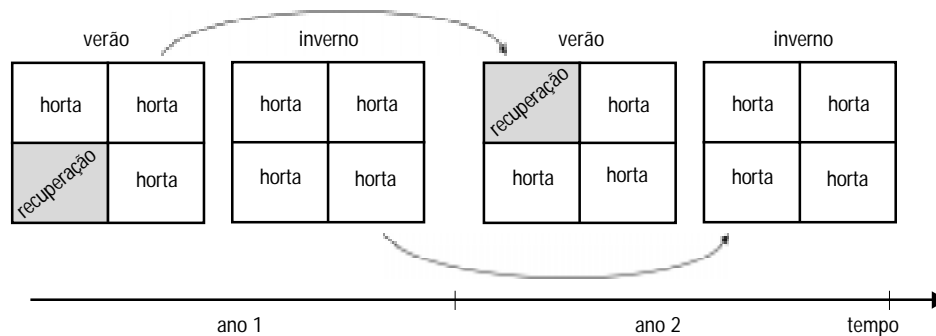
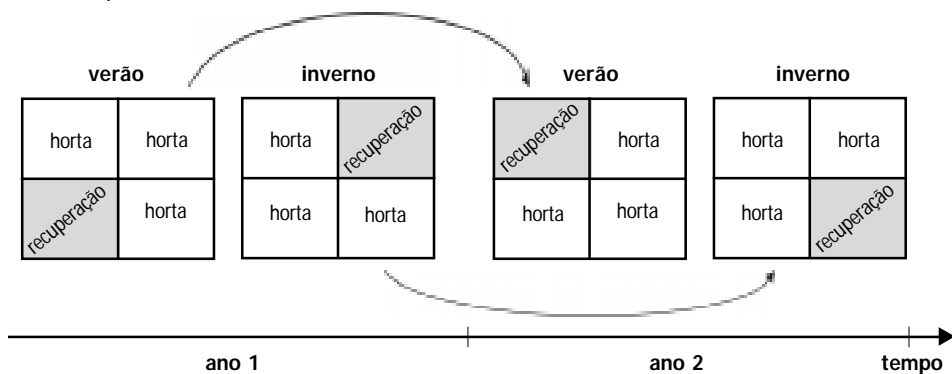
Com o passar dos anos, é comum os terrenos com hortas comerciais apresentarem análises químicas aparentemente muito favoráveis, mas ainda assim necessitarem de adubação para produzir. Isso se deve à degradação das condições biológicas e físicas causadas pelo uso intensivo e pela irrigação. Muitas vezes isso é resolvido vendendo-se o terreno e iniciando-se a produção em outra área.

Uma forma de evitar esse problema é intercalar a produção de hortaliças com a produção de espécies de enraizamento denso e palhada abundante, para o que as melhores espécies são gramíneas como o milho, o milheto e o sorgo vassoura, para o verão, e as aveias pretas ou o centeio para o inverno. O terreno pode ser dividido em um número de talhões, que recebem periodicamente a cultura de palhada (Figura V.8). Por exemplo, onde a principal estação de hortaliças é o inverno, pode-se reservar o verão para o milho ou milheto, em área total ou pelo menos metade da área. Analogamente, pode-se ocupar o terreno com aveia se o verão é a principal estação para hortaliças. Esse tipo de rotação tem sido chamada de *rotação de talhão*.

No caso da produção intensiva de hortaliças, a adubação verde normalmente não é uma prática importante do ponto de vista nutricional, mas pode ser um instrumen-

Figura V.8

Rotação de talhões em Olericultura

A - Recuperação anual de 1/4 da área, no verão

B - Recuperação anual de 1/2 da área, sendo 1/4 no verão e 1/4 no inverno

A rotação de talhões de olerícolas com plantas recuperadoras eleva a sustentabilidade do sistema. Interrompe a multiplicação de pragas e doenças e melhora as propriedades físicas e biológicas do terreno. A escolha da espécie recuperadora depende da época e dos principais problemas no local.

to valioso do ponto de vista fitossanitário. Não obstante, a prática da rotação de talhão juntamente com a utilização de adubos verdes permite uma produção de hortaliças menos intensiva, mas a custos sensivelmente mais baixos e com menor dependência de estercos e composto, porém exige mais área.

Para o controle de nematóides de galha, as mucunas e crotalárias são muito eficientes, rebaixando drasticamente a população da praga. Contudo, a população volta a crescer quando outra planta susceptível for cultivada, de modo que precisa ser cuidadosamente manejada. Valendo-se dessas plantas, utilizando adubação orgânica, cobertura morta e rotações com culturas pouco susceptíveis, o autor deste livro tem colhido há vários anos culturas susceptíveis como a cenoura Nantes num terreno que foi abandonado devido à infestação por nematóides de galha.

Outro aprimoramento ainda demandado em muitas hortas orgânicas é a divisão dos talhões com quebra-ventos e cercas vivas, tanto por seu aspecto microclimático como no controle natural de pragas. A manutenção de canteiros com mato pode ser uma alternativa do ponto de vista do controle de pragas, mas é de pouca valia na proteção contra ventos.

Atualmente, o manejo da fertilidade na maior parte das hortas orgânicas está muito distante do descrito. A maioria dos agricultores utiliza biofertilizante e cama de aviário ou esterco de galinha, um número considerável utiliza bokashi e alguns utilizam composto. Tais produtos efetivamente têm possibilitado a criação de sistemas de produção livres de agrotóxicos. Porém, também é verdade que tais produtos têm sido usados como caixas pretas, e que há um grande caminho a percorrer entre a realidade atual e a construção de sistemas mais sustentáveis, espelhados nos exemplos da natureza.

Manejo das criações

Na agricultura que simula a natureza, os organismos consumidores de biomassa são essenciais. Eles completam o ciclo da vida, reconvertendo a biomassa a CO_2, água e nutrientes minerais. Esse papel é dividido entre vários tipos de organismos, desde unicelulares até animais superiores. Todos os animais se encontram em algum ponto nessa cadeia de reconversão da biomassa. Dentre esses animais, alguns foram domesticados pelo homem para uso alimentar, e constituem as nossas criações. Do ponto de vista biológico, é possível manter bons sistemas sem essas criações, mas não sem animais.

De maneira análoga às culturas, busca-se na produção orgânica a adequação da espécie ao ambiente disponível. O primeiro critério para a escolha das criações é o clima, o segundo é o tipo de produção vegetal praticada no sistema. O montante de animais depende do montante da produção vegetal. Em algumas situações, mesmo em condições de clima e vegetação adequados, agentes biológicos podem limitar a produção de certas espécies, como é o caso da mosca tsé-tsé afetando bovinos em vastas regiões da África.

Quando a espécie ou raça animal provém de climas ou ambientes muito diferentes dos da propriedade, tendem a surgir problemas de saúde no animal. Tais problemas conturbam a administração do sistema e facilmente comprometem sua economicidade. O equilíbrio entre o número de animais e a produção de alimento da propriedade visa a múltiplos fins. Primeiro, o sistema se torna economicamente menos vulnerável ao exterior, assimilando melhor eventuais oscilações no mercado de rações. Segundo, como as quantidades de esterco produzidas são assimiláveis pelo terreno disponível, evitam-se problemas com sua disposição e reduz-se o seu risco ambiental. Terceiro, reduzem-se os problemas zoossanitários.

Contudo, na estratégia econômica dos agricultores, a opção por criações, em particular suínos e aves, normalmente está ligada à restrição de área agrícola. Isto é, na limitada área disponível pode-se fazer mais renda criando esses animais do que cultivando lavouras. Como o ganho por animal tem sido decrescente, a reação tem sido aumentar o número de animais criados. Assim, chega-se a populações de animais extremamente elevadas.

São comuns galpões com capacidade para 12 mil frangos, com 7 criadas por ano, em propriedades com poucos hectares. Com os rendimentos médios de milho e soja no Paraná, para alimentar os frangos criados em um ano são necessários entre 80ha e 100ha de lavoura. No caso de suínos, várias centenas são criadas anualmente em cada galpão moderno. Considerando que se pode terminar entre 10 e 13 porcos de 100kg cada por hectare de lavouras de milho e soja, com os rendimentos médios do Paraná, chega-se novamente à constatação de que em cada galpão entra a produção de centenas de hectares de lavoura. Como esses galpões de aves e suínos estão localizados predominantemente em propriedades de poucos hectares, os estercos se transformam num grande problema de contaminação ambiental, e são perdidas grandes quantidades de nutrientes minerais.

A solução mais desejável seria desconcentrar essa produção, mas isso implicaria alijar do processo os pequenos agricultores para os quais os suínos e aves representam uma importante fonte de renda. Assim, as normas internacionais de produção orgânica admitem uma situação intermediária. Aceita-se a produção concentrada, mas estabelecem-se limites mais baixos de lotação animal. Na definição desses limites, procura-se atender às necessidades etológicas dos animais.

Para atender a essas necessidades etológicas, as instalações, o arraçoamento e o manejo devem ser tais que permitam aos animais o exercício de seus comportamentos típicos, tais como o ciscar das galinhas e o fuçar dos porcos. Quando tais necessidades são atendidas, os animais não são apenas mais “felizes”, mas também muito mais saudáveis. Isso facilita a administração da exploração e reduz os custos com medicamentos. Galinhas que podem ciscar não precisam ser debicadas, leitões que podem fuçar rarissimamente comem as caudas dos outros, o uso de medicamentos pode ser sensivelmente reduzido nas porcas criadas em piquetes ao ar livre e assim por diante.

Ao contrário da produção convencional, que reduziu os animais de criação ao seu sistema digestivo, a produção ecológica procurar recolocar os animais o mais próximo possível do seu nicho de origem. Do ponto de vista ético, se assim se pode expressar, reconhece aos animais o direito de uma vida feliz e saudável, em que suas necessidades são atendidas.

Outro aspecto distintivo da produção animal ecológica é a proibição de aberrações alimentares, entendidas como a alimentação de uma espécie com produtos fora da sua dieta natural. Por exemplo, ruminantes são herbívoros, de modo que fornecer esterco de aves, uréia ou farinha de carne a bovinos está completamente fora do

padrão alimentar para o qual evoluíram. As idéias predominantes na ciência da nutrição animal convencional tendem a reduzir o animal aos aspectos químicos da digestão. Contudo, há aspectos sanitários e etológicos igualmente importantes.

Durante sua evolução, os animais tiveram de se adaptar não apenas à química de seus alimentos, mas a todo o contexto em que sua alimentação se inseria. Particularmente, tiveram de se adaptar às formas de vida presentes em seus alimentos. Se os cães e outros animais que comem carniça não tivessem se adaptado aos microrganismos que aí se desenvolvem, simplesmente teriam desaparecido no processo evolutivo. Um recente e elucidativo caso dessa natureza foi a erupção da doença da vaca louca na Europa, cuja causa está relacionada ao fornecimento de farinha de carne a esses ruminantes. Na Inglaterra, tal doença atacou bovinos em inúmeras fazendas convencionais, mas em nenhuma fazenda orgânica, simplesmente porque nas fazendas orgânicas as vacas, como seus ancestrais, eram alimentadas com pasto.

Aves e suínos são animais onívoros, de forma que sua flexibilidade alimentar é maior. Contudo, não são animais de dieta exclusivamente seca, como tem sido, por praticidade, usual nas criações modernas e inclusive permitido nas normas internacionais de produção orgânica. Ambas as espécies são muito favorecidas por alimentos frescos. No caso dos suínos, é conhecida a maior incidência de câncer de esôfago devido ao uso de dietas secas e fareladas.

Os rendimentos da produção animal orgânica, medidos por animal e por unidade de tempo, em geral se situam abaixo dos da agricultura convencional. Contudo, a vida útil dos animais em produção ecológica tende a ser mais longa, porque suas necessidades alimentares e etológicas são mais bem atendidas e seu desgaste por ciclo de produção é menor. Assim, a produção ao longo da vida do animal tende a ser maior. Desde que bem inserida no sistema de produção, a produção animal orgânica pode ser inclusive mais barata.

Convém ter sempre em mente que uma vida útil mais longa e uma produção animal mais fácil e barata tem sua pedra angular na escolha da espécie e da raça. Não há milagre ou preparado natural mágico capaz de corrigir uma situação errada por definição. Consideradas as criações mais usuais no Brasil, do ponto de vista climático, as adaptações mais importantes se referem à capacidade de perder calor (ver Capítulo III, biodiversidade animal e densidade). No gado bovino, estruturas especiais para perder calor são as barbelas e orelhas grandes, além do corpo esguio, característico do gado zebuíno. Nas aves, são o pescoço pelado, as barbelas grandes e o corpo esguio. Naturalmente, as características ligadas à perda de calor vão se tornando menos importantes quando se caminha para o sul do Brasil, aonde o frio vai se tornando relativamente mais intenso.

Do ponto de vista sanitário, as raças convencionais são submetidas a uma pressão dupla. Primeiro são predominantemente originárias de climas temperados, de modo que, no trópico brasileiro, passam a maior parte do tempo sob

estresse de calor. Segundo, como foram selecionadas para produção muito elevada, usualmente se tornaram mais susceptíveis a doenças e parasitos. Estresse por calor e maior susceptibilidade a doenças levam algumas raças a níveis de debilidade dificilmente compatíveis com a produção ecológica em ambiente tropical. Esse é especialmente o caso das vacas holandesas e de várias linhagens de frangos de corte. Por essa razão, a escolha da raça, particularmente nessas criações, é decisiva sobre o sucesso ou fracasso do projeto.

Bovinos

Os bovinos se acoplam bem a paisagens abertas, como campos e savanas, que produzem materiais abundantes para sua alimentação caracteristicamente centrada em gramíneas. Onde gramíneas não podem ser produzidas sustentavelmente, a produção de bovinos não seria aconselhável. Essa consideração restringe fortemente as dimensões da área onde sua criação seria desejável no Brasil.

A insistência na criação de bovinos em áreas florestais faz parte da degradação da paisagem na região outrora dominada pela Mata Atlântica. O autor deste livro apenas se deu conta dessa ligação ao ler um comentário de Masanobu Fukuoka sobre as paisagens agrícolas da América do Norte e da Índia, referindo-se ao desflorestamento causado pela presença dominante de bovinos. Essa reflexão se aplica perfeitamente também ao Brasil. Contudo, há formas de, ao menos, se tentar minorar esses efeitos, discutidas no manejo das pastagens.

Na agricultura biodinâmica, a vaca é considerada como um elemento central na fertilidade do sistema, o que contrasta frontalmente com a idéia anterior. Porém, estudando-se a natureza na região de origem da biodinâmica, essa posição da vaca pode bem ser entendida. Na Europa Central e do Norte, a decomposição da biomassa para alimentar as plantas em crescimento é um ponto-chave para o desempenho das culturas. O trabalho mecânico e microbiológico que os bovinos realizam sobre o capim pastado acelera sua decomposição posterior. Se os estercos são compostados juntamente com as palhadas, a decomposição de ambos é acelerada, resultando num material de imediato poder fertilizante que é o composto. Nessa linha de raciocínio, torna-se inteligível também a idéia biodinâmica de que a pilha de composto é o coração da propriedade. Contudo, em terrenos originalmente cobertos por floresta tropical, importa mais estimular a produção de biomassa do que sua decomposição e a introdução de árvores normalmente tende a incrementar a sustentabilidade do sistema.

Assim, os bovinos não seriam desejáveis em nossos sistemas agrícolas. Não obstante, considerando nossa tradição cultural e a economia circundante, eles são uma realidade, e, efetivamente, há formas de reduzir seu impacto desfavorável. O primeiro aspecto é escolher uma raça conveniente. Para a produção orgânica na maior parte

do país, os fatores mais importantes costumam ser a tolerância ao calor e os ecto-parasitos, itens nos quais os zebuínos apresentam notável vantagem.

Para a produção de leite orgânico, as vacas holandesas são de todo indesejáveis. Como o limite superior da faixa de conforto térmico dessa raça está ao redor de 18ºC, elas passam a maior parte do ano em desconforto. Mesmo nas regiões mais frias no Sul do país, tem havido uma preferência por raças mais rústicas, como a Jersey. No que se refere a carrapatos, de uma maneira geral, o gado europeu é sensivelmente mais atacado do que o indiano. Isso se deve a uma combinação de fatores anatômicos e etológicos.

As larvas dos carrapatos são delicadas e podem ser dessecadas pelo sol, contra o que são protegidas pela pelagem escura, que absorve o calor em seu lugar. Além disso, a pele nas raças européias é mais grossa, o que reduz sua sensibilidade. Nos zebuínos, a pele é mais fina e sensível, de modo que o animal percebe a instalação da larva e começa a se lamber, desalojando-a e ingerindo-a. Assim, a combinação de pelagem mais clara, pele mais fina e hábito de se lamber acaba mantendo o gado zebuíno relativamente limpo de carrapatos, no mesmo pasto onde o gado holandês seria prejudicado.

Outro aspecto interessante do controle de carrapatos diz respeito à mosca dos chifres. Essa nova praga da pecuária brasileira tem uma biologia muito particular, multiplicando-se apenas no esterco úmido dos bovinos. O adulto põe os ovos na placa fresca de esterco. À medida que a placa vai secando, as larvas em crescimento se dirigem para a região úmida no centro da placa. Assim, população elevada de besouros enterradores de esterco, chamados de vira-bosta, contribui para a diminuição da mosca do chifre. Porém, os vira-bostas, dos quais há várias espécies, são muito sensíveis a vários produtos químicos utilizados no controle de carrapatos, inclusive à ivermectina. Assim, a aplicação de produtos para o controle de carrapatos afinal pode aumentar a incidência de mosca dos chifres. Interações desse tipo estão ocorrendo a todo o tempo, mas dificilmente se tornam visíveis.

Contudo, problemas muito complexos podem com freqüência ser evitados simplesmente seguindo-se os modelos da natureza: a espécie e a raça adequadas, a alimentação correta, o manejo obedecendo a etologia. Os bovinos são animais gregários e de ambientes amplos, realizando na natureza deslocamentos ao largo de continentes.

Naturalmente, as dimensões das propriedades não permitem esses deslocamentos. Contudo, considerada no seu todo, algumas linhas mestras podem ser esboçadas para a produção ecológica de bovinos: ela deve estar baseada em raças adequadas, centrada em forragem verde, em esquema de pastoreio rotativo. Com tais práticas, pode-se ordenhar 15 a 20 litros diários por vaca, sem nenhum recurso a concentrados, desde que o pasto seja mantido em boa qualidade.

As mastites são muito comuns nos rebanhos leiteiros altamente *especializados.* De modo geral, a susceptibilidade à mastite cresce com o potencial de produção de

leite, de modo que *especializado* também pode ser entendido como *fragilizado*. A criação de vacas que conciliam produção aceitável com sanidade, higiene na ordenha e o esgotamento total dos tetos contribuem para o controle da mastite. Vale lembrar que nenhum processo esgota tão bem os tetos quanto a sucção pelo bezerro.

Na bovinocultura de corte, o pastoreio rotativo bem planejado e manejado é igualmente benéfico. Não obstante, tem havido um crescente interesse no confinamento de bovinos de corte. Do ponto de vista da sanidade dos animais e do manejo da fertilidade do sistema, é uma prática de todo indesejável. As perdas de nutrientes nas manchas de urina, a lixiviação de nitratos para a água do subsolo, as perdas de biomassa acumulada nesses sistemas os convertem em grandes sumidouros da fertilidade do sistema. A infestação de parasitoses cresce vertiginosamente, exigindo o recurso a medicamentos para seu controle.

Esse sistema de produção de bovinos de corte tem sido muito utilizado nos Estados Unidos, e constitui uma das grandes aberrações da agricultura americana. Para acelerar seu crescimento, o gado recebe hormônios, e é tratado numa dieta com 80% a 90% de grãos. Os animais efetivamente vão mais cedo para o abate, mas representam uma inversão total dos padrões da natureza. Ruminantes são tratados como monogástricos, grandes quantidades de energia são gastas para a produção e transporte de grãos. Por sua vez, a produção desses grãos é pesadamente subsidiada. Após a produção, gasta-se mais energia e outros recursos para a remoção dos dejetos dos animais. A lógica desse sistema se insere na mesma lógica que leva os Estados Unidos a gastar mais de 1/3 dos recursos energéticos do planeta, para uma população de 4,5% dos humanos.

Embora os confinamentos no Brasil não atinjam esse nível, a concentração de animais efetivamente causa os problemas já mencionados de contaminação ambiental, perda de fertilidade e sanidade animal, não sendo desejável na produção orgânica nem na convencional. Quando a concentração é absolutamente necessária, os problemas podem ser minimizados com o uso de cama alta e pisos impermeabilizados.

Um dos aspectos mais difíceis na produção de bovinos é o dimensionamento do efetivo animal em relação à área de produção de forragem. Em situações desfavoráveis, podem ser necessários mais de 5ha por unidade animal, enquanto em situações favoráveis pode-se manter mais de 5 unidades animais por hectare. Como regra, é prudente iniciar a produção com um efetivo animal baixo, que pareça compatível com a produção local de forragem sem o uso de recursos externos. À medida que o manejo vai sendo aprimorado, pode-se aumentar sustentavelmente a lotação.

Em geral, o período mais crítico para a produção de forragem é o da seca. Várias estratégias têm sido tradicionalmente utilizadas para enfrentar esse problema no Brasil, sendo as mais comuns a reserva de cana e de napier. Com a mecanização, popularizaram-se técnicas de armazenamento de forragem, principalmente a ensilagem, e, menos intensamente, a fenação. Em relação às reservas de cana ou napier, a silagem é mais nutritiva, podendo manter

uma produção mais elevada. No entanto, os custos da ensilagem são sensivelmente mais elevados.

Uma alternativa para melhorar o valor nutritivo das dietas à base de napier ou cana é adicionar algum produto que aumente o teor de proteína na dieta. No contexto das propriedades orgânicas, que necessariamente incluem áreas com leguminosas, bons resultados podem ser obtidos introduzindo-se sementes moídas de leguminosas como o guandu e as mucunas, ou folhas de leguminosas que as conservem no inverno. O uso alimentar pelo gado é assim um importante critério na escolha das espécies de leguminosas nesses sistemas.

No subtrópico brasileiro, onde o inverno é chuvoso o suficiente para manter culturas forrageiras, o período crítico costuma se restringir ao final do outono e começo do inverno, quando os pastos de verão já passaram e os de inverno ainda não chegaram. Por ser um período mais curto, o déficit de forragem fresca de boa qualidade é mais fácil de ser contornado.

Suínos

Os suínos são animais onívoros, que precisam de alimentos ricos em materiais do conteúdo celular, como amidos e proteínas. Suas exigências nutricionais são muito semelhantes às humanas, de modo que aproveitam bem os resíduos de nossa alimentação. Assim, ao contrário dos bovinos e de outros animais de pasto, os suínos não exigem a imobilização de áreas para seu uso exclusivo. Por essas razões, tornaram-se a fonte mais importante de carne nos sistemas agrícolas mais intensivos, tanto no Oriente como na Europa.

Nas áreas densamente povoadas e intensivamente cultivadas no Extremo Oriente, os suínos são desde há muitos séculos o mais importante mamífero doméstico e ali se encontra um foco de biodiversidade desses animais. Presentemente, a China, com seus 1,2 bilhão de habitantes, produz pouco mais da metade dos suínos do mundo, sendo o maior produtor mundial. Da produção chinesa, estima-se que 70% provém de criações para consumo doméstico ou local.

Na produção para consumo local predominante na China, a similaridade das necessidades nutricionais dos suínos não se traduz numa competição com o homem pelos mesmos alimentos. Mais propriamente, o suíno transforma descartes da produção em carne e banha, e nesse aspecto é mais eficiente que outros animais domésticos. Sendo onívoro, aproveita bem descartes de cereais, descartes de produtos animais, restos de horta, restos de frutas, restos de mesa e inclusive pastos tenros.

Contudo, não se deve esperar dos suínos a mesma eficiência no uso de pasto que dos ruminantes. Incapazes de aproveitar quantitativamente as paredes celulósicas, os suínos se nutrem, sobretudo do conteúdo celular, de forma que os pastos ideais para suínos são ervas tenras, como as hortaliças. Em falta dessas ervas, eles ingerem pastos mais grosseiros, mas não os preferem.

Caracteristicamente, os suínos são importantes nas regiões que produzem materiais amiláceos em abundância, como grãos e túberas, e estão praticamente ausentes das dietas de povos pastores de ovelhas e gado.

Na Europa, o consumo de suínos aumentou com a degradação/intensificação dos sistemas naturais. Durante o império romano, já eram criados o gado bovino, as ovelhas e as cabras, mas os suínos ainda eram caçados. Com o processo de desmatamento, e o esgotamento das terras agrícolas, as áreas de pastagem foram aumentando, aumentando a importância dos ruminantes. Como sua taxa de multiplicação é pequena, o aproveitamento do leite como alimento foi crescendo em importância. Isso levou ao desenvolvimento dos queijos, que constituíam uma forma de armazenar leite.

Em algum momento nesse processo, percebeu-se que os suínos eram capazes de transformar o soro de leite em carne com muita eficiência, desde que combinado com cereais. Essa eficiência se devia às suas características digestivas (ver Os animais, Capítulo III). Assim, desenvolveu-se na Europa sistemas de produção baseados na produção de cereais e de leite, tendo o suíno como principal fonte de carne.

Como a deposição de tecido muscular exige proteína, enquanto a deposição de banha exige apenas alimentos energéticos, as raças desenvolvidas no oriente, como o tatu e o caruncho, historicamente foram de menos carne e mais banha. A inclusão do soro de leite na dieta permitiu o desenvolvimento de raças com mais carne.

Assim, à luz desses fatos, o acoplamento dos suínos aos sistemas de produção no Brasil fica mais compreensível. De um modo geral, os alimentos aqui disponíveis estão mais próximos daqueles do Oriente, de modo que raças pequenas e/ou tipo banha predominaram. Enquanto os suínos puderam ser criados soltos, parte das suas exigências em proteína podia ser suprida pelo consumo de produtos animais buscados pelo próprio animal em sua área de perambulação. Por isso, os suínos soltos podiam acumular mais carne, desde que houvesse o que comer. Em ambientes empobrecidos, ou mangueirões de terra batida, essa contribuição praticamente inexiste. Atualmente, salvo raras exceções, não é mais possível pensar os suínos soltos.

Do ponto de vista climático, há raças suínas adaptadas a condições muito diversificadas. Entretanto, para todas as raças, a zona de conforto térmico de animais adultos é muito diferente daquela dos leitões pequenos. Para os leitões pequenos está entre 26ºC e 30ºC, e vai decrescendo até 10ºC e 15ºC nos animais adultos das raças melhoradas para carne. Assim, as perdas de leitões podem ser menores quando as parições são concentradas nos meses quentes, e a engorda tende a ser mais eficiente no outono e inverno. Parições em dezembro ou janeiro e abates em junho ou julho são ideais.

Não obstante, quando se deseja a produção contínua de animais para abate ao longo do ano, não é possível seguir esse ideal. Uma forma de contornar o problema do frio é fornecer palhada grossa e longa para as porcas fazerem ninho. Mesmo porcas

das raças brancas selecionadas para carne costumam fazer os ninhos típicos de parição, quando as condições lhes são fornecidas.

Aliás, uma modalidade altamente desejável de produção de suínos que se tem desenvolvido no país é a criação dos reprodutores ao ar livre. As porcas e cachaços são mantidos em piquetes gramados separados por cerca elétrica, e ali parem e criam os filhotes até o desmame. O uso de medicamentos pode ser reduzido, e os animais apresentam um nível de sanidade e "felicidade" visivelmente melhor. Após o desmame, os leitões têm sido criados em barracões convencionais.

Muitas vezes, os agricultores entendem que a criação ao ar livre é uma forma de retorno aos antigos mangueirões. Aí há um importante cuidado a ser tomado. Se o sistema for manejado com uma cobertura vegetal permanente, o que implica em baixa densidade de animais, os benefícios do sistema serão alcançados. À medida que a população de animais vai crescendo, a cobertura vegetal vai se deteriorando e o mangueirão termina como uma área de chão rapado e compactado. Nesse ponto, as vantagens estão perdidas. O mangueirão se converteu simplesmente numa área de recontaminação dos animais com doenças e de drenagem da fertilidade, como os confinamentos de bovinos. Por isso, onde a manutenção da pastagem é problemática, melhor trabalhar com os reprodutores em barracões com piso impermeabilizado e cama alta, como descrito no item referente ao esterco de suínos.

Um dos pontos mais difíceis na produção orgânica de suínos é o cuidado com os leitões. O padrão atual na produção convencional é desmamar os leitões aos 25 a 28 dias, e tratá-los com dietas muito ricas. As diarréias e doenças pulmonares também costumam ser um problema, às vezes de controle muito difícil. Muitos agricultores orgânicos, confrontados com esses problemas, procuram preparados naturais capazes de substituir os insumos químicos.

No entanto, essa busca revela uma compreensão apenas parcial da agricultura ecológica. Na busca de mimetizar a natureza, a solução, nesse caso, é de extrema simplicidade: basta deixar os animais desmamarem naturalmente. De fato, mesmo nas raças brancas, os problemas com doenças intestinais e pulmonares perdem importância e a dieta dos leitões pode ser muito mais simples. Alimenta-se a porca com produtos mais comuns, e ela os transforma em alimento adequado aos seus filhotes. A fábrica de rações de alta qualidade e de medicamentos está ali mesmo.

Deixadas com os leitões, as porcas das raças de carne normalmente os desmamam aos 50 ou 60 dias, com peso ao redor de 20kg, quando já estão melhor preparados para a vida. Por seu turno, as porcas podem perder um pouco mais de peso e o intervalo entre partos aumenta ao redor de um mês. Contudo, é muito mais fácil e barato recuperar uma porca do que se perder em cuidados de alcance duvidoso com leitões prematuramente desmamados.

Uma vez desmamados naturalmente os leitões, o próximo problema é sua alimentação até o abate. Em nosso meio, a solução mais natural seria produzir milho e legu-

minosas e formular a ração. A maioria das leguminosas precisa ser torrada ou cozida para aproveitamento pelo suíno. A soja é a que melhor complementa o milho, mas sua participação deve ser limitada devido ao seu teor de óleo elevado, que torna o toucinho mole e enfraquece a ossatura do animal, por interferir no aproveitamento do cálcio. A introdução de leguminosas com pouca gordura, como o guandu, o feijão-de-corda, o feijão comum, podem contribuir para compor a dieta. Esse problema não existe quando a produção de suínos está acoplada à produção de queijos ou manteiga.

A produção de farelo de soja orgânico, que proximamente deverá estar disponível no mercado, facilitará a composição de rações 100% orgânicas, mas ao custo de criar um vínculo de dependência do produtor com o mercado. Efetivamente, mesmo hoje, as normas nacionais permitem a inclusão de 20% de produto de origem não orgânica na ração, o que aproximadamente atinge o nível de farelo de soja necessário para os animais em crescimento.

Outra alternativa é o uso de variedades de milho melhoradas para qualidade de proteína. Tais milhos apresentam melhor equilíbrio entre os aminoácidos essenciais, com teores mais elevados de lisina e de triptofano. Experimentos conduzidos no Paraná, tanto em propriedades como em estações experimentais, têm evidenciado a possibilidade de redução significativa nos teores de farelo de soja, até sua completa eliminação, dependendo da fase dos animais.

Em produção própria, usando esse tipo de milho, suplementado com guandu cozido e forragem verde, o autor deste livro tem terminado animais com cerca de 100kg de peso vivo, aos 180 dias, e capa de toicinho de 4-5cm no lombo.

O dimensionamento da produção de suínos em relação à área de produção de lavouras é menos variável do que o dos bovinos, porque o armazenamento de sua alimentação é mais fácil. Alimentado exclusivamente com milho, o suíno em crescimento gasta ao redor de 7kg de grãos para cada um por kg de ganho de peso, e esse ganho basicamente é em banha. Se a dieta for bem balanceada, o gasto médio é de cerca de 3kg de ração seca por kg de ganho de peso, mormente depositado como carne. Por essa razão, é de muito interesse balancear a dieta dos suínos.

Como primeira aproximação, para suínos brancos em criação comercial, pode-se considerar um gasto de 300kg de milho por animal acabado com 100kg de peso vivo. Assim, para um rendimento de milho de 3t/ha, 10 animais poderiam ser acabados por hectare. Esse número pode ser melhorado pelo manejo e uso mais intensivo das complementaridades entre as diferentes explorações no sistema.

Aves

As aves domésticas são predominantemente onívoras, alimentando-se de grãos, ervas tenras e uma variedade de insetos, moluscos, anelídeos e outros pequenos animais. No entanto, há uma gradação quanto ao herbivorismo/carnivorismo. De

uma maneira geral, os galináceos domésticos são mais carnívoros que os palmípedes. Dentre os galináceos, as galinhas d'angola são mais carnívoras que as galinhas comuns. No grupo dos palmípedes, os patos são mais carnívoros que os gansos.

Do ponto de vista climático, o aspecto que mais diferencia as galinhas dos patos é a tolerância à umidade relativa e ao frio. Os palmípedes são aves dos ambientes aquáticos ou pantanosos, e algumas espécies toleram temperaturas muito baixas. Por essa razão, os patos e marrecos se tornaram as aves mais comuns nos sistemas agrícolas dominados pelo arroz inundado, e também em latitudes altas. Os galináceos são aves de atmosfera seca, e não toleram extremos de temperatura, tendo-se tornado dominantes nos sistemas agrícolas das regiões temperadas mais quentes e da zona intertropical não excessivamente úmida.

Dentre os galináceos, a espécie mais importante é a galinha comum (*Gallus domesticus*), supostamente originária das florestas de bambu do Sul da Ásia. A adaptação da galinha aos ecossistemas intertropicais do Brasil foi tamanha que acabou suplantando todos os galináceos nativos. Criadas soltas, com uma ração simbólica de milho, as galinhas podem complementar sozinhas o restante da sua dieta, ciscando por sementes, pequenos animais e plantas tenras.

A estratégia reprodutiva da maioria das aves consiste em formar um indivíduo adulto em poucos meses, em um único ciclo de estações. Por isso, seu crescimento inicial precisa ser muito rápido, bem como a formação da sua proteção térmica de penas. Como tanto os tecidos corporais quanto as penas são basicamente proteínas, a necessidade de proteína na dieta é muito elevada. Para atendê-la, a galinha choca cisca rapidamente o terreno durante todo o dia, de tal maneira que a dieta inicial dos pintos é praticamente carnívora.

De forma semelhante aos suínos, a temperatura ideal varia fortemente com o crescimento do animal. Os pintos recém eclodidos, sem sua camada de penas, precisam de temperaturas elevadas, acima de 30ºC, providas pelo calor sob as asas da galinha. Logo que as penas crescem, podem sobreviver a temperaturas sensivelmente mais baixas. Nas aves adultas, nas condições de clima predominantes no Brasil, perder calor é uma necessidade mais premente do que reter calor (ver também Biodiversidade animal e densidade, cap III). Para perder calor, corpos esguios, barbelas grandes e o pescoço pelado são características desejáveis.

Na produção convencional, os frangos de corte foram monstruosamente selecionados para o crescimento rápido. Enquanto o frango caipira leva entre 4,5 e 6 meses para atingir o peso de 2,2kg vivo, as linhagens selecionadas o alcançam atualmente em cerca de 1,5 mês. Em termos humanos, isso equivaleria a um menino de 5 ou 6 anos alcançar o peso de um rapaz de 18 a 20 anos. Naturalmente, essa seleção monstruosa fragilizou os frangos de corte, tornando-os dependentes de artifícios químicos sem os quais eles simplesmente não sobrevivem. Ao atingir o peso de abate, eles precisam ser rapidamente abatidos, porque, caso contrário, começam a morrer por si. Muito comuns são problemas do coração e da ossatura.

Por essa razão, a produção de frangos de corte deve começar pela compreensão de que a produção convencional não é um parâmetro de comparação. No mercado de pintos de um dia, há várias raças e linhagens disponíveis, que se adaptam bem à produção ecológica. Reúnem boa rusticidade com relativa precocidade, atingindo peso de abate entre 2,5 e 4 meses. Há também no mercado várias opções de vacinas para o controle dos principais problemas sanitários.

Com recursos exclusivamente internos da propriedade, a composição das rações para essa fase inicial é ainda mais difícil que para suínos, porque as necessidades protéicas dos pintos de um dia são ainda maiores. Considerando apenas as normas vigentes, que permitem 20% de produto não orgânico na ração, essa dificuldade pode ser superada com a aquisição de farinha de peixe ou de carne no mercado.

Após o primeiro mês, a composição de rações para os franguinhos já empenados é mais fácil. Estudos conduzidos em parceria entre o Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Londrina e o IAPAR mostraram bons resultados com rações à base de guandu, milho melhorado para qualidade de proteína e pequenas quantidades de farelo de soja.

Os alimentos verdes tenros, como restos de horta, folhas de batata-doce, couves, etc. são muito bem apreciados e fazem parte das dietas naturais dos frangos. Podem contribuir com quantidades substanciais de vitaminas e minerais, minimizando sua necessidade no premix.

Convém o leitor conservar em mente que as dificuldades na produção de frangos existem quando se trata de produzi-los como atividade principal da propriedade, com pintos de chocadeira. Para a produção em escala menor, chocando-se com galinha, e havendo área abundante para as chocas ciscarem procurando minhocas, cupins, pequenas larvas, etc., os problemas mencionados deixam de existir.

A produção comercial de ovos em agricultura ecológica é relativamente mais simples do que a de frangos. Há várias raças ou linhagens rústicas no mercado, cujas franguinhas são de fácil aquisição. Tipos de bom tamanho têm mais valor residual no descarte do que tipos muito leves. Como as franguinhas crescem mais lentamente, os problemas na composição da ração são menores.

Na fase de produção, quando em recintos fechados, a composição das rações precisa ser cuidadosamente calculada. Quando têm acesso a áreas amplas de perambulação, ricas em pequenos animais e alimentos verdes, o arraçoamento pode ser mais econômico, porque parte do suprimento de nutrientes é buscado pelas próprias aves. Com áreas amplas de perambulação, pode-se obter 50% a 60% de postura fornecendo apenas milho melhorado para qualidade de proteína.

Os ovos de galinhas soltas e de postura com essa intensidade normalmente apresentam gema com pigmentação forte. Essa pigmentação resulta da concentração de carotenóides que a ave retira do milho amarelo e dos alimentos verdes. Essa é mais

uma razão para nunca se descuidar do fornecimento de verdes. Nas gemas desses ovos, chegou-se a medir 70% mais pró-vitamina A do que nos ovos de granja.

Do ponto de vista etológico, a presença de galos em plantéis de poedeiras é desejável. As galinhas são aves sociais, havendo em cada bando umas poucas fêmeas dominantes e a maioria dominada. As dominantes são as primeiras a consumir o alimento, e dormem nas posições mais elevadas nos poleiros. Por seu acesso privilegiado ao alimento, tendem a comer demais, ficando as outras com menos, e em ambos os casos a postura pode ser prejudicada. A introdução do galo modifica as relações no grupo, estabelecendo uma maior igualdade entre as fêmeas, embora umas poucas delas continuem a subir com ele às posições mais altas nos poleiros. A proporção de galos utilizada é de 5% a 6% do plantel.

O dimensionamento da produção de ovos e galinhas em relação à área da propriedade pode se basear no seu consumo de milho, numa primeira aproximação. Para poedeiras, pode-se calcular ao redor de 35kg por ano por ave, cerca de 100g por dia, o que resulta em 100 galinhas por hectare de milho produzindo 3,5t de grão. No caso de frangos de corte, o cálculo precisa ser feito em função da conversão da ração efetivamente obtida, com a raça trabalhada. Como vivem mais tempo que os frangos convencionais, consomem uma fração maior da dieta na sua manutenção. Como referência, pode-se gastar 6kg a 10kg de milho por cabeça, dependendo da idade de abate e do peso alcançado.

O dimensionamento das áreas de perambulação das aves é um assunto mais difícil. Para que haja atendimento às necessidades nutricionais das aves, é preciso que sua atividade de caça e coleta não leve à exaustão das populações que lhe são úteis. Essas populações variam ao longo do ciclo de estações, sendo usualmente maiores na estação quente e chuvosa do que na fria e/ou seca. Por isso, a população de aves suportada no verão é maior do que a suportada no inverno. A presença no terreno de plântulas não comidas de espécies que são procuradas pelas aves é um indicador de que seu número ainda não é excessivo. Isso requer observação local. Apenas como referência para um planejamento inicial, pode-se calcular cerca de 100 aves por hectare na estação quente e chuvosa, e não mais que 50 na estação fria e/ou seca.

Idealmente, as áreas aproveitadas para a perambulação das aves devem ser ocupadas com outras atividades, como pomares, vinhedos, cafezais, etc. Nesse caso, é preciso considerar que parte dos nutrientes fornecidos nos alimentos das aves ficará no terreno, podendo haver fertilização excessiva se as populações de aves forem elevadas. Também há retirada dos nutrientes do sistema pelos ovos. O sistema precisa ser monitorado para eventuais correções.

Quando as aves são mantidas confinadas, as normas prevêem lotações máximas e área de passeio, com as quais o agricultor precisa estar familiarizado antes de iniciar a exploração. Por isso, havendo interesse ou necessidade de vender o produto certificado, convém procurar a certificadora e assegurar-se dos requisitos mínimos. Para atender às necessidades etológicas das aves, é necessário que as instalações permi-

tam que elas cisquem e se espojem. Espojar-se pode contribuir também para o controle de piolhos.

Para as aves de postura, é preciso prover poleiros. Os ninhos devem ser escuros, o que diminui a incidência de ovos com sangue. Para que os ovos não se sujem de lama ou excrementos, o piso do barracão precisa ser seco e as aves não podem ter acesso aos ninhos para dormir.

Sendo animais sociais e territoriais, mesmo em barracões com milhares de frangos de corte, as aves reúnem-se em grupos e não vão além do seu território. Essa é uma das razões por que a maioria das aves não sai do barracão quando se abre a porta para passearem. Para contornar esse problema, convém ter um grande número de portinholas.

Um grande problema de saúde das aves e de perda de nitrogênio do sistema é a evolução de amônia a partir das dejeções. Quando a cama está seca e é abundante esse problema é pouco importante. No entanto, à medida que vai aumentando a relação esterco/cama, ou ela por alguma razão se umedece, a evolução de amônia vai crescendo. A manutenção de densidades menores, o controle de goteiras e da entrada de chuvas de vento, o cuidado com os bebedouros e a renovação da cama, todos contribuem para reduzir o problema. Recentemente, têm surgido no mercado alguns produtos microbianos, que atacam os resíduos amiláceos das fezes, transformando-os em ácidos orgânicos. Esses ácidos convertem a amônia (NH_3), que é volátil, em amônio (NH_4^+), que é um íon e fica retido na cama.

Um comentário sobre a comercialização dos produtos de origem animal

Atualmente, o mercado orgânico sofre um desabastecimento crônico e quase total no que se refere a produtos de origem animal. Isso se deve a dificuldades na produção, focalizadas nos itens precedentes, mas também a problemas na comercialização, ligados à vigilância sanitária.

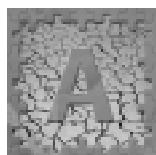
Na impossibilidade de controlar a sanidade do produto final, a vigilância sanitária estabelece regras quanto aos tipos de equipamentos e instalações exigidos. A expectativa é que, definindo os meios, o produto final se enquadre num padrão de qualidade aceitável. Em regra, tais instalações e equipamentos foram definidos para a produção e processamento industrial, sendo proibitivamente caros para a produção comercial não industrial. Assim, é necessária uma urgente adequação das normas de vigilância, de modo que a sanidade dos produtos seja garantida sem excluir a produção familiar.

No Brasil, a vigilância sanitária está organizada no nível dos municípios, estados e federação, sendo a comercialização autorizada no respectivo nível de controle. De modo geral, tem havido mais flexibilidade do nível municipal. No nível de estado, houve uma iniciativa pioneira no Distrito Federal. Há propostas de lei em discussão em alguns estados e também na federação, no sentido de permitir ajustes às particu-

laridades regionais ou locais. A aprovação dessas propostas poderá mudar rapidamente o quadro atual.

Contudo, não deixa de ser bizarro que já houve casos de se barrar a comercialização de ovos por serem galados! As restrições referentes a carnes resfriadas e processadas são compreensivelmente ainda maiores. Por essas razões, antes de iniciar a produção comercial de produtos animais orgânicos, convém visitar o escritório pertinente e verificar quais as exigências para o nível de comercialização visado.

CAPITULO VI

A produção para consumo doméstico

produção para consumo doméstico é talvez a forma mais antiga e natural de produção agrícola, e está generalizada em todo o planeta. Na história da agricultura brasileira, essa produção para consumo doméstico está associada ao conceito de "agricultura de subsistência", em oposição à produção agrícola comercial, como a produção de cana, de café e de soja.

Como a produção comercial historicamente esteve associada aos setores mais ricos de nossa sociedade, a agricultura de subsistência tem sido encarada como uma prática anacrônica, retrógrada, técnica e socialmente inferior. Por conseqüência, os agricultores de subsistência seriam isolacionistas, autárquicos, desconectados da sociedade mais abrangente.

Contudo, estudando com cuidado a produção para consumo doméstico, percebe-se que parte dessas idéias é falsa. A lógica econômica da produção para consumo doméstico, tal como hoje existe no Brasil, está diretamente ligada à inserção dos agricultores no mercado. Os agricultores se situam nos extremos das cadeias de comercialização: na venda de seus produtos, recebem os menores preços dessa cadeia; na compra de produtos de origem urbana, tendem a pagar os maiores preços praticados nessa segunda cadeia. Nessa situação, a produção para consumo doméstico protege e fortalece a economicidade da propriedade frente às incertezas do mercado, porque contribui para rebaixar os custos monetários de manutenção do sistema (ver também alguns aspectos sistêmicos das pequenas propriedades, Capítulo II). Essa lógica se aplica tanto para a produção convencional quanto para a orgânica.

À medida que a inserção no mercado se torna mais favorável, tende a haver uma diminuição da produção para consumo doméstico, quase desaparecendo em muitos casos. Como os preços dos produtos orgânicos têm sido relativamente mais favoráveis, caberia aqui a pergunta: justifica-se manter um setor de produção para autoconsumo em propriedades orgânicas com bom balanço econômico?

Do ponto de vista exclusivamente econômico, e de curto prazo, a resposta seria provavelmente negativa. Contudo, a prazo mais longo, a resposta seria manter a

produção para consumo doméstico no nível mais alto possível, mesmo naquelas propriedades organizadas para atender diretamente o mercado. Isso por motivos de diferentes ordens. Por um lado, a escala de tempo de um projeto em agricultura orgânica precisa ser dilatada, e precaver-se contra flutuações do mercado de difícil previsão. Por outro lado, há também razões filosóficas para manter a produção para consumo doméstico.

Em primeiro lugar, a produção para consumo doméstico contribui para mudar a relação das pessoas envolvidas na propriedade com a terra. A terra deixa de ser um meio de fazer dinheiro, transformando-se na fonte primária de alimento da vida. Transforma-se na "Mãe Terra", a "Pacha-Mama", "o pó de que fomos criados e para o qual voltaremos". Essa transformação contribui para alimentar também o nosso espírito e a nossa autoconfiança.

Nas propriedades que incluem várias famílias trabalhando, a produção de consumo interno contribui para o sentimento de pertencimento ao grupo, para a solidificação de laços afetivos e sociais. Esse sentimento age como um cimento, solidificando e dando coesão ao empreendimento, que passa a ser percebido como um objetivo coletivo. Naturalmente, tais atitudes apenas se desenvolvem se o acesso à produção para consumo doméstico for relativamente igualitário.

Convém manter em mente que a produção para o consumo doméstico não anula os conflitos inerentes às relações humanas, nem os conflitos de natureza econômica. Contudo, pode facilitar a resolução desses conflitos, por propiciar atitudes e relações mais solidárias no interior do grupo.

A exploração dessas dimensões mais espirituais e sociais da produção para consumo doméstico exige uma atitude que lhe seja sensível por parte dos gerentes do sistema. Para aqueles a quem tais dimensões soam como um delírio bucólico, melhor buscar outras formas de resolver os problemas.

A finalidade deste capítulo não é recomendar a todos os agricultores orgânicos que produzam toda a sua alimentação. É, antes, abordar as vantagens de fazê-lo, na medida em que as condições efetivamente o permitam ou aconselhem. Para esse fim, este capítulo fornece informações que instrumentalizam a organização da produção para consumo doméstico.

Alguns conceitos sobre nutrição humana

Há um consenso generalizado entre os nutricionistas de que a dieta ideal para humanos seria composta de cereais integrais ou tuberosas, alguma quantidade de leguminosas, quantidades sóbrias de produtos de origem animal e quantidades liberais de frutas e hortaliças. De fato, observando as dietas historicamente evoluídas em vários ambientes, observa-se uma tendência nesse sentido.

Do ponto de vista prático, há normalmente um produto amiláceo básico (arroz, mandioca, trigo, milho, etc.), acompanhado de um produto protéico (queijo, carne, ovos, peixe, feijões) e de hortaliças e/ou frutas. As formas como essas combinações aparecem são muito variadas: arroz com hortaliças e uma carne ou peixe; porco com batatas e chucrute; pão com queijo e hortaliças; tortilhas de milho com carne e hortaliças; feijão cozido com abóbora e quiabo e farinha; cozido de peixe com farinha; arroz com feijão, bife e salada.

Quando, por alguma razão, não é possível completar as dietas, há uma tendência de primeiro se garantir os energéticos, depois os protéicos e por último as vitaminas e minerais. Consideradas as necessidades nutritivas, essa seqüência é lógica e nutricionalmente correta. O mesmo se observa na composição dos sistemas de produção para consumo doméstico ao largo do planeta. O objeto primeiro e primário da produção é o energético básico, seja um cereal ou tuberosa. O segundo são as leguminosas e/ou criações, vindo a seguir as frutas e hortaliças.

Para efeito de suprimento das necessidades nutricionais humanas, a divisão dos alimentos em energéticos, protéicos e produtos frescos precisa ser vista com mais detalhes, e há alguns pontos importantes a considerar. Como regra, os cereais apresentam teores de proteínas na faixa de 7% a 11%, enquanto as tuberosas os têm entre 3% e 6%. Por isso, são necessárias quantidades maiores de produtos protéicos para completar dietas baseadas em tuberosas do que em cereais.

Dentro do grupo dos produtos protéicos, é muito importante a composição das proteínas em termos de aminoácidos essenciais. Como regra, as leguminosas apresentam teores baixos de aminoácidos sulfurados, e são boas fontes de lisina e triptofano. Como os cereais normalmente apresentam teores satisfatórios dos sulfurados, mas são limitados em lisina e, às vezes, triptofano, a proteína combinada de cereais e leguminosas resulta melhor do que qualquer delas em separado. É o caso da mistura arroz-feijão. Já as proteínas da carne, do leite, do peixe e dos ovos apresentam todos os aminoácidos essenciais em boa quantidade.

Do ponto de vista prático, quando o prato básico inclui cereais e leguminosas, é possível atender às necessidades nutricionais com menos produtos de origem animal do que quando o prato básico consiste apenas de cereais ou tuberosas.

As hortaliças e frutas normalmente são consideradas como fontes de vitaminas, sais minerais e fibras, mas também podem ser fontes importantes de energia, dependendo da espécie utilizada. Dentre as vitaminas, a A é a exigida em maiores quantidades pelo organismo humano, que pode sintetizá-la a partir de carotenóides. Os carotenóides são pigmentos presentes em alimentos verdes e alaranjados, embora nem todo alimento alaranjado seja necessariamente uma boa fonte.

No caso do Brasil, a dieta tradicional predominante, consistindo em arroz e feijão, com algum produto de origem animal e hortaliças e frutas, fornece a totalidade dos nutrientes necessários a um adulto, desde que se variem as “misturas”. Para

crianças e lactantes, há uma necessidade extra de cálcio. No caso de infestações com verminoses, pode também haver carências de ferro. No contexto dessa dieta, a substituição do arroz pelo milho não a altera. Já o uso da farinha de mandioca como prato básico exige maior quantidade de produtos protéicos na dieta.

De um modo geral, a dieta predominante no Brasil é acertada, e pode ser ainda mais saudável utilizando-se cereais integrais, eliminando-se o açúcar e aumentando o consumo de hortaliças tropicais.

As dietas vegetarianas

Parte do movimento orgânico esteve historicamente ligado a dietas vegetarianas. Em tese, dietas desse tipo podem ser calculadas para suprir todos os nutrientes necessários ao organismo. Quando se utilizam ovos e leite, o balanceamento das dietas é relativamente fácil. O cálculo de dietas sem nenhum tipo de produto animal é mais complicado.

As dietas vegetarianas tendem a ser significativamente menos impactantes sobre o meio ambiente do que aquelas baseadas em quantidades elevadas de produtos de origem animal. Grosso modo, um quilo de cereais por dia é suficiente para alimentar um homem adulto. Comendo exclusivamente cereais, digamos milho, seriam necessários 365kg/ano, ou cerca de 0,1ha de lavoura produzindo 3,65t/ha de grãos. Esse mesmo homem, alimentando-se exclusivamente de carne de porco, para ter a mesma quantidade de energia, necessitaria de 6 a 8 vezes mais área do mesmo milho utilizado para alimentar os animais. Essa é a razão pela qual, no agregado, os habitantes dos países mais pobres consomem menos de 500kg de cereais por ano, enquanto os dos países mais ricos consomem entre 1.500kg e 2.000kg.

Quando os sistemas agrícolas são estruturados de modo a simular a natureza, como no caso das galinhas em pomares, o impacto da produção animal sobre o ambiente tende a desaparecer. Contudo, em tal situação, a produção animal perde densidade, possibilitando um consumo frugal de produtos animais. Assim, as dietas baseadas em tais sistemas tendem a ser predominantemente vegetarianas, dentro da recomendação atual de consumo limitado de produtos de origem animal.

Do ponto de vista filosófico, a discussão sobre a conveniência das dietas vegetarianas foge ao objetivo imediato deste livro, e constitui hoje um assunto mais de foro pessoal do que público. Não obstante, não há dúvidas sobre a inconveniência das dietas centradas em produtos de origem animal, tanto em termos de saúde humana quanto ambiental.

Exemplos da lógica de diferentes sistemas agrícolas

Na composição dos sistemas agrícolas ao longo da história, os grupos humanos tiveram que conciliar suas necessidades nutricionais com as possibilidades e limita-

ções do ambiente em que viviam. Para tanto, lançaram mão inicialmente de recursos obteníveis por caça e coleta. Onde e quando tais recursos se mostraram insuficientes, utilizaram os recursos edafoclimáticos e genéticos disponíveis na criação de sistemas agrícolas. O ponto de convergência era a dieta, mais ou menos organizada em um núcleo energético, um adendo protéico e complementos de produtos frescos.

Ao largo do planeta e ao longo da história, diferentes combinações foram desenvolvidas, com distintas lógicas biológicas e formas de organização. A Figura VI.1 ilustra algumas dessas combinações.

Para a maioria dos grupos indígenas no trópico úmido brasileiro (Figura VI.1-A), a base energética era o amido da mandioca, produzida em roçado especificamente preparado. As proteínas provinham da caça e da pesca. Os complementos da dieta eram coletados na floresta ou produzidos como cultivos menores associados à mandioca. Assim, o sistema inteiro incluía uma pequena área de cultivo e uma grande área de coleta. Quando a área de caça de proteína se empobrecia, era necessário mudar. Há antropólogos que interpretam a naturalidade das guerras entre os grupos tupi que habitavam a costa brasileira como uma criação cultural resultante da disputa por áreas de caça. Para os grupos indígenas que habitavam o trópico semi-árido e o subtrópico brasileiro, o milho substituía a mandioca.

No Oriente, nas civilizações do arroz irrigado (Figura VI.1-B), a fonte principal de energia era este cereal. Dada a escassez de terra, desde muito cedo as hortaliças tiveram uma participação importante no sistema de produção. As proteínas dessa dieta provinham do pescado e da criação de porcos. O pescado era, sobretudo, coletado da natureza, sendo, por isso, mais importante na costa e nas imediações de grandes rios. Os porcos eram criados com as sobras do sistema (descartes de hortaliças e de arroz, restos de mesa, resíduos vários). Posto que tais sobras eram limitadas e normalmente pobres em proteína, as raças selecionadas tendiam a ser pequenas,

Figura VI- 1
Exemplos de organização de sistemas para consumo doméstico

A - Índios do trópico úmido brasileiro

frutas e ervas
caça e pescado
mandioca
pousio arbóreo
roçado
floresta

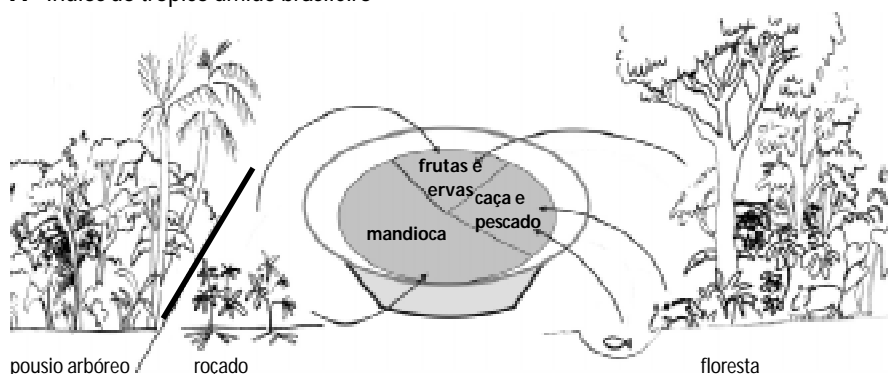
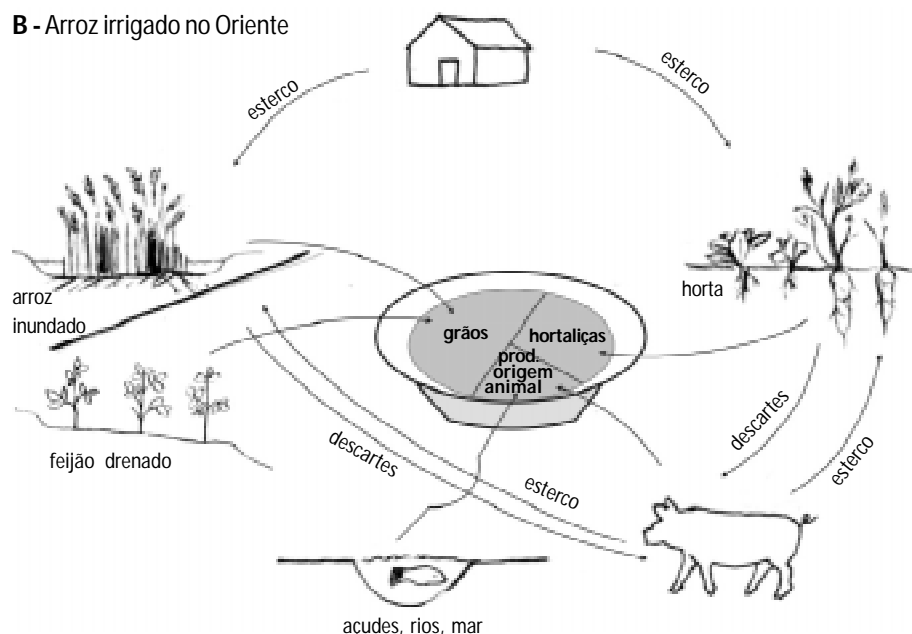
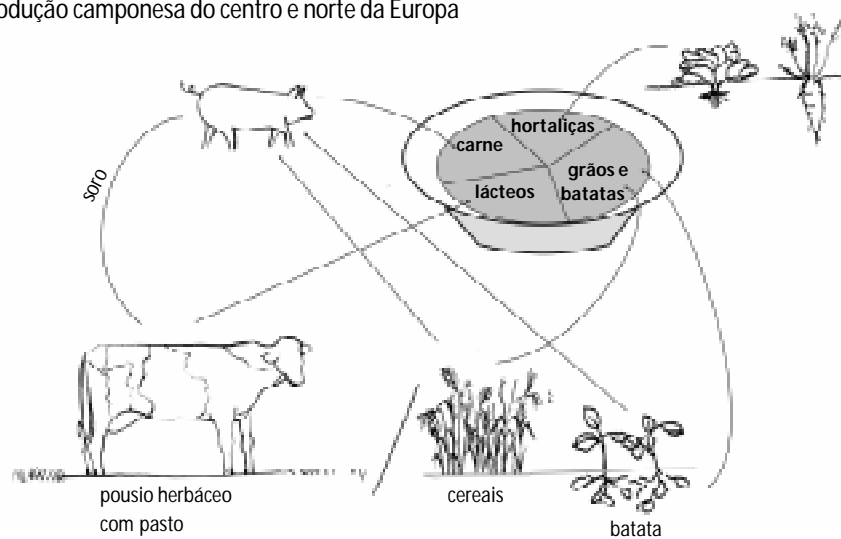



Figura VI- 1
Exemplos de organização de sistemas para consumo doméstico

B - Arroz irrigado no Oriente

C - Produção camponesa do centro e norte da Europa

com pouca carne e muita banha. Para os padrões atuais, essas dietas eram pobres em proteína. A fertilidade do sistema era mantida pela reciclagem quase completa dos resíduos orgânicos dentro do sistema.

No Norte da Europa desenvolveu-se ao longo da Idade Média e Idade Moderna um sistema de produção bastante engenhoso, baseado no quarteto cereal – pasto –

queijo – porco (Figura VI.1-C). A fonte primária de amido era o cereal, normalmente trigo ou centeio. O pasto era transformado em leite através das vacas. Por sua vez, o leite era convertido em queijo para armazenamento, sobrando o soro. Os porcos eram alimentados com soro e cereais. Os porcos produzidos nesse sistema podiam depositar muito mais carne, porque o soro, embora diluído, apresenta proteínas de alta qualidade. Para manter a fertilidade do sistema, as áreas de pasto e de cereal eram periodicamente alternadas e os estercos reciclados. Durante a fase de pasto, as leguminosas forrageiras eram um elemento central para a recuperação do sistema. A introdução da batata-inglesa nesses sistemas levou à redução das áreas de cereais, porque ela produzia mais alimento por unidade de trabalho.

No Brasil, desenvolveram-se vários sistemas, de acordo com a tradição cultural e os recursos naturais regionalmente predominantes. No Nordeste semi-árido (Figura VI.1-D), estruturou-se o roçado cercado, combinado com a criação solta de animais. No roçado são produzidos primariamente os milhos, fonte energética da dieta. Como culturas complementares, incluem-se tuberosas e hortaliças e vários tipos de leguminosas. Dentre as tuberosas e hortaliças, destacam-se a mandioca, a batata-doce, as abóboras, o maxixe e o quiabo. Dentre as leguminosas no semi-árido, a principal espécie é o feijão-de-corda, mas também são freqüentes as favas, o mangalô, o amendoim e o guandu, aí chamado de andu. Os animais mais importantes são os ruminantes: bovinos, caprinos e ovinos. Os principais produtos animais da dieta são o leite e derivados. Nesse sistema, a manutenção da fertilidade dependia, sobretudo de não sobrecarregar as áreas de pasto. A pequena área de roçado podia ser rotacionada facilmente.

No Centro-Sul do Brasil (Figura VI.1-E), o sistema típico de consumo doméstico inclui o arroz e o milho como principais cereais associados ao feijão. Esse é núcleo da dieta. Os produtos de origem animal provêm das criações de porcos e galinhas, em larga medida também baseadas no milho. É comum a existência de vacas. Contudo, sua presença não é obrigatória e elas não têm nesses sistemas a importância que

Figura VI- 1
Exemplos de organização de sistemas para consumo doméstico
D - Sertanejos do semi-árido

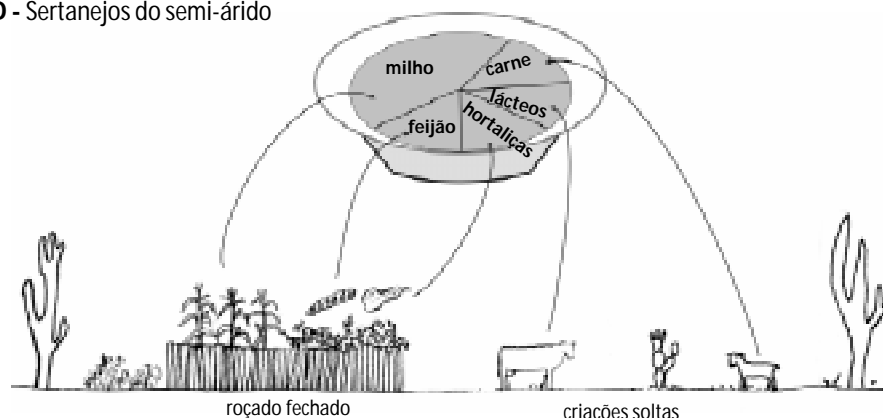
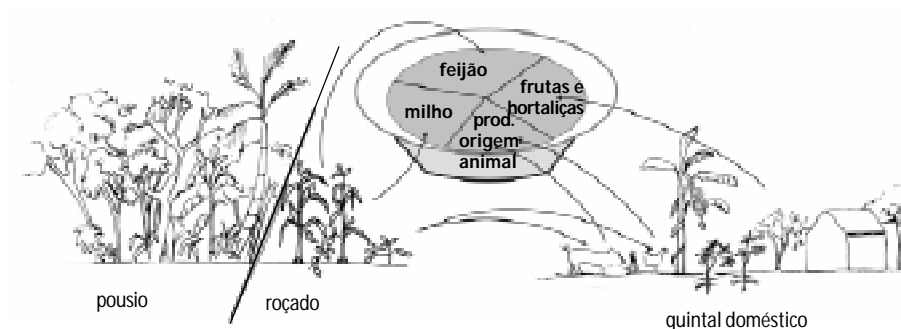



Figura VI- 1

Exemplos de organização de sistemas para consumo doméstico

E - Sertanejos do Sudeste e Sul

Observar a relação entre as paisagens naturais, os agroecossistemas implantados e as dietas. As necessidades nutricionais podem ser atendidas de diversas maneiras e historicamente balizaram a estruturação e o funcionamento dos sistemas de produção.

assumem no semi-árido Nordestino e no Norte da Europa. As hortaliças são produzidas em hortas cercadas e/ou em meio dos roçados. Costuma haver algumas frutíferas no sistema, especialmente nas proximidades da casa, e pequenas áreas com mandioca, batata-doce, amendoim, pipoca, etc.

Tradicionalmente, a recuperação da fertilidade desse sistema dependeu de pousio arbóreo. Seu empobrecimento se acelera à medida que se reduz o tempo de encapoeiramento. Na verdade, o aumento da participação do arroz nesse sistema é uma indicação do seu empobrecimento. O arroz exige muito mais mão-de-obra que o milho por unidade produzida, e o risco de perda da lavoura é maior, mas tolera solos mais fracos.

A intenção na exposição das linhas mestras nesses sistemas não era esgotar o assunto, mas tão-somente chamar a atenção do leitor para as distintas possibilidades de organizar a produção para consumo doméstico. Apesar de sua disparidade, há pontos comuns a esses sistemas, que merecem ser destacados.

Primeiro, todos eles se centram em cultivos e/ou criações de boa adaptação às suas respectivas regiões, de baixo risco, e que, naquelas condições, produzem o máximo de alimento por unidade de trabalho aplicado. Segundo, os animais são sempre aqueles cujas necessidades nutricionais podem ser atendidas pelos recursos regionalmente disponíveis, tanto da propriedade como do ambiente circundante. Terceiro, há uma relação entre a fertilidade do terreno e os recursos genéticos que podem ser explorados. Se a fertilidade melhora, surgem novas opções, ou, visto por outro lado, dispondo-se de recursos genéticos adequados ao sistema, sua fertilidade melhora.

Uma última conclusão, na esfera das percepções coletivas é que, para efeito de alimentação humana, gosto é um conceito que carece de significado. Os povos não começaram a cultivar determinadas plantas nem a criar certos animais porque gostavam deles. Pelo contrário, aprenderam histórica e culturalmente a apreciar aquelas plantas e animais em cuja produção havia mais vantagens e menos riscos, em face do seu ambiente.

Portanto, sistemas de produção para consumo doméstico não se transportam, senão para condições ambientais muito semelhantes. No entanto, é possível utilizar criativamente recursos genéticos e elementos de manejo desenvolvidos em outras regiões, mas que possam contribuir para estratégias de produção alimentar sustentáveis do ponto de vista nutricional, ecológico, econômico e cultural.

Os principais elementos da produção para consumo doméstico no Brasil

A produção para consumo doméstico precisa ser organizada dentro dos marcos do sistema de produção em que se insere, conciliada com as explorações de e para geração de renda. Em geral, os principais pontos a conciliar são o uso da terra e o uso da mão-de-obra. A alocação de recursos financeiros geralmente é pequena, e os agricultores procuram sempre minimizá-la, reservando-os para as atividades de renda.

Assim, a composição do sistema e quais itens da dieta serão produzidos, depende largamente da cultura de renda, que define o fluxo de demanda de mão-de-obra e de ocupação do solo. Em importante medida, essa composição depende da vontade e do uso de bom senso pelos gerentes do sistema. Os comentários tecidos a seguir devem ser encarados como balizadores, para facilitar a tomada de decisões.

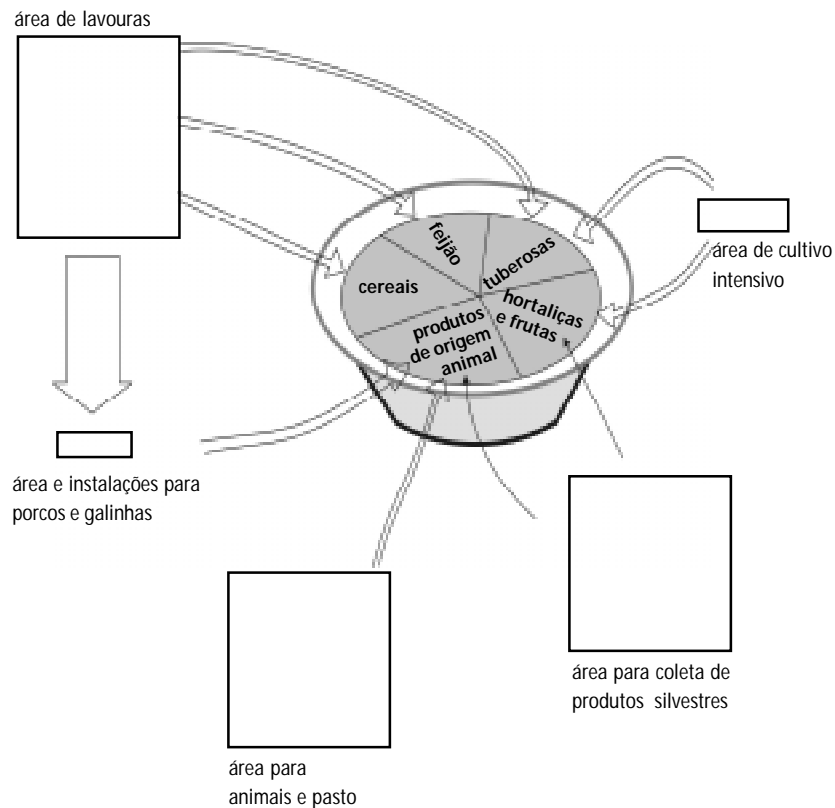
A composição do sistema

Do ponto de vista físico, a composição do sistema inclui áreas de lavoura, áreas de cultivo mais intensivo e áreas e instalações para as criações. Normalmente há também áreas que podem ser aproveitadas para coleta, mesmo nos sistemas bastante intensivos (Figura VI.2).

Há uma diferença nítida no Brasil no que se refere às concepções quanto às áreas de produção vegetal. Na tradição européia, vinda da época do Império Romano, produziam-se os grãos no *ager*, de onde veio a *agricultura*. As ervas, frutas, hortaliças, flores, eram produzidas ao redor da casa, no *hortus*, de onde veio *horticultura*. O *ager* era uma área de cultivo extensivo, enquanto o *hortus* era um espaço de cultivo intensivo. Desse horto evoluiu o nosso conceito atual de horta, uma área de produção exclusiva de plantas herbáceas tenras, com uso intensivo de trabalho, fertilização e irrigação.

Na tradição cultural ameríndia e africana, toda a produção vegetal é realizada numa única parcela: a roça ou roçado. Aí são produzidos grãos, tuberosas, hortali-

Figura VI- 2

Organização usual da produção para consumo doméstico no Brasil

Dependendo da qualidade e quantidade da área disponível, o sistema sofre ajustes. Em regiões de solos pobres, tende a aumentar a importância dos animais de pasto e a diminuir a área de lavouras e o efetivo de porcos e galinhas. Em regiões de melhor fertilidade e terra mais cara, tende a desaparecer a área de pasto.
Observar que a área de cultivo intensivo contribui com uma quantidade de produtos desproporcional ao seu tamanho. Frequentemente, a produção dessa área pode ser incrementada, com vantagem para a economia de nutrientes e de biomassa no sistema

ças, ervas medicinais e mesmo frutas de ciclo curto. É uma área de produção mais extensiva em termos de trabalho, mas intensiva em termos de interações bióticas.

Para os agricultores habituados à separação lavoura-horta, a roça costuma ser vista como uma área difícil de manejar, com plantas muito distintas crescendo e se enredando de modo confuso. Para os agricultores da tradição ameríndia, a horta é um contra-senso, que dá muito trabalho, e a roça exclusiva um desperdício de terra. Ao planejar o sistema, é importante que essa retaguarda cultural seja bem conhecida.

Ambas as formas de organização apresentam aspectos positivos, que podem ser eficazmente aproveitados, respeitando-se as particularidades culturais de cada situação. No entanto, por facilidade de exposição, as áreas são a seguir apresentadas separadamente.

Áreas de lavoura

No Brasil, as áreas mais extensas de lavoura normalmente são ocupadas por milho, e precisam ser maiores quando a produção animal é mais intensa. Essa área pode ser calculada de acordo com os rendimentos do milho, o número de animais que se queira manter e o sistema de manejo dos animais (ver O manejo dos animais, Capítulo V). Normalmente, os agricultores familiares precisam de um a dois hectares de milho para consumo interno da propriedade, mas essa área pode ser diminuída melhorando-se a produção e armazenamento do milho e reduzindo as perdas de animais. Na mesma área utilizada para o milho, e sem causar-lhe prejuízo, é possível intercalar feijão, abóboras, guandu, mucunas, etc.

As áreas de arroz e feijão podem ser sensivelmente menores. Com 0,1ha a 0,3ha de boa lavoura de cada, a família está abastecida para o ano. Por seu ciclo curto, o feijão facilmente se encaixa em janelas disponíveis na ocupação do solo, e se presta à produção intercalar com o milho. O arroz é mais problemático, porque demanda relativamente muito trabalho na capina e sofre o risco de perda por seca. Por isso, e considerando seus preços relativamente baixos, muitos agricultores preferem adquiri-lo no mercado.

Onde se destina apenas a consumo humano, a área com mandioca costuma ser inferior a 500m^2, no Centro-Sul do país. Quando se destina também à produção animal, sua extensão é maior e depende do efetivo animal. Nas áreas onde constitui a base alimentar, normalmente não é necessário mais do que 0,5ha para suprir a família.

Áreas de cultivo intensivo

Para a produção de hortaliças e culturas mais exigentes em trabalho, irrigação ou fertilização, é usual haver uma área próxima da habitação e isolada dos animais. Para uma família com consumo médio de hortaliças, uma área de 100m^2 é suficiente. Com boa escolha das culturas, bom aproveitamento do terreno e criatividade, essa mesma área pode suprir mais de uma família (ver manejo da fertilidade em hortas, Capítulo V).

Essa área de cultivo intensivo pode ser ampliada com pouco trabalho adicional, cercando-se um espaço para a convergência da biomassa e dos nutrientes que o funcionamento do sistema automaticamente traz para as proximidades da casa ou do pátio de trabalho (ver também A ciclagem automática de biomassa, Capítulo IV). Essa convergência eleva o potencial de produção dessa área acima

da média da propriedade. Além disso, a proximidade da habitação possibilita a melhor utilização do tempo de trabalho disponível.

Como a horta, o cercado precisa ser totalmente vedado aos animais domésticos, para que o desenvolvimento das plantas não seja prejudicado. No cercado pode-se cultivar hortaliças de folha, hortaliças de fruto, amendoim, abóboras, melancias, batata-doce, etc. com maior rendimento do que na roça, mas menos trabalho do que na horta.

Áreas e instalações para as criações

A produção de criações para consumo doméstico é sensivelmente mais simples do que a comercial. Frangos e galinhas podem ser produzidos em abrigos rústicos, aproveitando como área de perambulação pomares, cafezais, pastos, etc. Para reduzir os riscos com predadores nativos, convém localizar os abrigos próximos das habitações. Presentemente, a criação de porcos soltos não é mais possível na maioria das situações, de modo que o ideal é um chiqueiro com piso impermeabilizado.

O paiol para armazenamento de milho para porcos e galinhas normalmente é uma construção tosca e pouco cuidada. Contudo, na perspectiva de se otimizar o esforço produtivo, é muito importante reduzir as perdas no milho armazenado. Essas perdas podem atingir mais de 50% do peso em poucos meses.

Ao contrário dos porcos e galinhas, a manutenção de bovinos no sistema normalmente exige a destinação de uma área específica para pasto. Por isso, as vacas tendem a ser excluídas quando há restrição de área.

Áreas para coleta de alimentos silvestres

Muitas plantas de crescimento espontâneo podem ser aproveitadas na alimentação por simples coleta. É o caso da serralha, do dente-de-leão, do mastruço, das pimentas, do caruru, de vários almeirões, dos tomatinhos, etc. Quando a fertilidade é mantida em nível elevado, quantidades consideráveis desses produtos são produzidas no sistema e podem contribuir para a alimentação da família.

Normalmente, essas plantas acabam sendo poupadas nas capinas, resultando numa produção semidomesticada. Por isso, sua população pode crescer ao longo do tempo, reduzindo a necessidade de cultivo.

Culturas energéticas

As culturas energéticas predominantes na produção para consumo doméstico no Brasil são o milho, o arroz e a mandioca. Outros cereais, como o trigo, o centeio, a cevada e o sorgo também foram testados ao longo da história do

Brasil. Sua participação minoritária ou completa exclusão do sistema esteve ligada ao maior rendimento em alimento por unidade de trabalho da mandioca, do milho ou do arroz, nas condições oferecidas pelo meio.

Noutras palavras, essas culturas não foram excluídas porque não produziam, mas porque produziam menos do que as outras. Auguste de Saint Hilaire, naturalista francês que visitou o Brasil há quase dois séculos, explica que um agricultor em Guanhães, Minas, colhia trigo a 1:20, e milho a 1:150 a 1:200. Não quer o autor deste livro desestimular ninguém de tentar produzir para consumo doméstico o que queira, mas de alertar que o que hoje vemos resulta da seleção de acertos em séculos de tentativa e erro. E apontar o caminho com maior chance de acerto é justamente sua função.

O zoneamento das culturas energéticas no Brasil obedeceu inicialmente ao critério climático. Nas áreas com período chuvoso e quente com mais de seis meses, a mandioca se estabeleceu como cultura principal. Por unidade de trabalho é a cultura que mais energia alimentar produz dentre as três.

Onde o período quente e úmido não era longo o bastante para produções abundantes de mandioca, estabeleceu-se o milho. É o caso do sertão do Nordeste e do subtrópico brasileiro. O arroz, embora presente desde o início da colonização, apenas vai assumir sua atual importância no presente século. Em termos absolutos, ele produz menos energia alimentar que o milho, e menos ainda em termos de rendimento do trabalho, mas pode produzir em solos depauperados, onde o milho nada produziria. Assim, o crescimento do arroz está ligado à degradação da fertilidade dos sistemas ao longo dos séculos.

Esses mesmos fatores que orientaram o zoneamento ao largo do Brasil e ao longo do tempo podem ser utilizados como balizadores das decisões pelos agricultores. A decisão por uma cultura principal não implica a exclusão das outras, mas na redução de sua importância no contexto do sistema. De fato, com boa técnica agronômica, é possível ter as três culturas na maior parte do país.

Do ponto de vista prático, há algumas diferenças quanto à melhor função para cada uma dessas culturas.

O milho é o de mais fácil cultivo e utilização, e o que resulta em melhor desempenho na alimentação animal. Em terrenos com bom teor de matéria orgânica, ou logo após o cultivo de adubos verdes, pode produzir bem mesmo que o solo seja ácido e com teores elevados de alumínio. A utilização de variedades melhoradas para qualidade de proteína pode dobrar o ganho de peso de suínos por unidade de milho consumido.

A armazenagem do milho é fácil, mas as perdas que ocorrem podem ser muito elevadas. Os principais agentes de perda são os insetos e os roedores. Ambos atacam com muita avidez o gérmen, que é a fração mais nutritiva do grão. Desse modo, as

perdas na armazenagem não são apenas quantitativas, mas também qualitativas. Por isso, antes de pensar em aumentar a produção do milho, convém direcionar esforços para reduzir as perdas no armazenamento, construindo paióis à prova de ratos e que facilitem o controle de insetos do que gastar esforços em aumentar a produção. Quando o milho é armazenado em espiga, o empalhamento comprido e bem fechado na ponta contribui para reduzir as perdas por insetos, desde que não haja portas de entrada abertas nas espigas pela lagarta do cartucho.

Como cultura para consumo doméstico, a quase totalidade do arroz é de sequeiro. Dois são os pontos mais fracos: o risco de perda por seca e a pouca competitividade com plantas invasoras. Normalmente, procura-se reduzir as perdas por seca localizando a lavoura em baixadas. A fraca competitividade com plantas invasoras traduz numa demanda elevada por mão-de-obra para capina. A adubação verde, adequadamente manejada, pode contribuir para preservar a umidade do solo, reduzir a população de invasoras e ainda fornecer nutrientes.

Uma vez colhido e seco, o arroz com casca é pouco atacado por insetos, mas é muito procurado por ratos. Por isso, é normalmente armazenado em grandes caixas de madeira, que excluem esses animais. Contudo, para ser consumido, o arroz ainda deve ser descascado, o que constitui seu terceiro ponto fraco. O método tradicional de descascar em pilão já é bem pouco usado. Nas regiões onde o arroz é comumente cultivado costuma haver máquinas para descascá-lo, que cobram determinado valor pelo serviço. A necessidade de levar e trazer o arroz e o preço do serviço é outro fator a considerar.

Dentre as culturas energéticas, a mandioca é a que mais resiste na produção para consumo doméstico. Isso se deve à pequena exigência em trabalho e ao fato de produzir mesmo em solos muito empobrecidos, ácidos e álicos. Nas regiões onde constitui o amiláceo principal da dieta, ela é consumida principalmente como farinha, que também é uma forma de armazenamento. Para os índios, a farinha como a conhecemos, seca, apenas era produzida para guerra, como forma de conservação. Nos escritos do início da colonização, era usual o termo "farinha de guerra", para diferenciá-la da farinha mais úmida, produzida para ser consumida fresca, em poucos dias.

As variedades de mandioca são em geral divididas em bravas ou amargas e mansas ou doces, segundo os teores em ácido cianídrico que liberam quando processadas. O ácido cianídrico é extremamente tóxico tanto ao homem como aos animais. As variedades amargas, com maior liberação do ácido, são os tipos mais cultivados onde a finalidade principal é a farinha ou a goma. As variedades doces, também chamadas de aipim e macaxeira, são as mais freqüentes na produção para consumo doméstico onde a mandioca é cultura complementar.

O risco de perda de lavouras de mandioca é muito mais baixo que para o milho, de modo que é comum manter-se uma área de mandioca mansa como reserva técnica de alimento para as criações. Contudo, o desempenho dos ani-

mais alimentados apenas com mandioca é mais fraco, devido sobretudo ao seu teor de proteína extremamente baixo, normalmente ao redor de 3%. Seu caráter quase exclusivamente amiláceo permite a manutenção de animais adultos, ou a deposição de banha em animais jovens, mas não a deposição de tecido muscular.

Em relação ao milho e ao arroz, para uso humano, a mandioca mansa é um produto relativamente pronto. Enquanto o milho seco precisa ser convertido em fubá ou em farinha para ser consumido, e o arroz precisa ser descascado em pilão ou máquina, a mandioca apenas necessita ser descascada com uma faca de cozinha.

Além da mandioca, outras culturas de túberas são muito comuns na produção para consumo doméstico no Brasil, contribuindo para a diversificação agrícola e gustativa. Dentre elas, as mais importantes são os carás, a batata-doce e os inhames.

Os carás, também chamados de inhames no Nordeste, são plantas tropicais do gênero *Dioscorea,* com hastes longas, geralmente trepadeiras. Há espécies americanas, asiáticas e africanas. As espécies americanas são propriamente os carás, como os índios as chamavam. As espécies africanas, lá chamadas de inhames, constituíam a base da alimentação de vários povos do Golfo da Guiné, que foram por isso chamados de “civilizações do inhame”. Contudo, sendo relativamente mais exigentes em trabalho e fertilização do que a mandioca, sua importância diminuiu quando essa cultura ali foi introduzida, após o descobrimento da América. Por essa mesma razão, ocupa uma posição de complemento alimentar nos sistemas agrícolas do Brasil. Comparativamente a outras tuberosas, o grande destaque dos carás é sua capacidade de se conservar por vários meses após a colheita.

As plantas a que chamamos de inhames no Centro-Sul do país, com grandes folhas, sem cipó, pertencem à família das aráceas, mormente ao gênero *Colocasia*. São plantas de banhado, cuja grande vantagem em relação a outras tuberosas é suportarem encharcamento, produzindo “batatas” onde outras espécies nada produziriam. Esses inhames são reputados como depurativos do sangue.

Comparativamente à mandioca, a batata-doce é mais exigente em trabalho e em fertilização, mas produz em menos tempo. Enquanto a mandioca normalmente necessita de um ciclo mínimo de sete a oito meses, as variedades precoces de batata-doce podem ser colhidas já aos quatro a cinco meses. As folhas da batata-doce também são comestíveis, e os porcos as apreciam muito. Aliás, na China, é a cultura mais importante para a alimentação desses animais em criações para consumo doméstico, fornecendo tanto as raízes quanto a parte aérea. Nos suínos, a batata-doce sustenta mais a deposição de gordura do que de carne. As variedades de polpa alaranjada são fontes muito ricas em carotenóides.

Embora seja encarada normalmente como fruta, em termos nutricionais a banana é um alimento energético. É um energético versátil, que pode ir do prato principal à sobremesa, da dieta do trabalhador forte ao do convalescente, dos

bebês aos idosos. Voltaremos a tratar dela mais adiante, na Agrofloresta para consumo doméstico.

Culturas protéicas

As principais culturas protéicas na produção para consumo doméstico no Brasil são leguminosas. As duas espécies mais importantes são o feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e o feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*), também chamado de feijão macássar, feijão-de-apanha, feijão-de-praia, feijão-da-colônia. Embora ligeiramente diferentes na sua composição, sua contribuição é aproximadamente a mesma no contexto das dietas predominantes no Brasil.

Ambos podem ser produzidos em consórcio com o milho, mas diferem em suas necessidades de clima e solo. O feijão comum é originário dos contrafortes úmidos e amenos das cordilheiras do centro de origem das Cordilheiras Americanas (ver Centros de origem das plantas cultivadas, Capítulo III). O feijão-de-corda é cultura tropical do velho mundo, melhor preparado para o calor, a seca e a pobreza química dos solos tropicais.

Por suas características, essas espécies se complementam ao largo do espaço brasileiro. Predomina o feijão comum nas terras altas e frescas do Centro-Sul, enquanto o feijão-de-corda reina imbatível nas terras quentes da Amazônia e do Nordeste.

Mesmo nas áreas onde predomina o feijão comum, o feijão-de-corda pode dar boas safras durante o período mais quente do ano. Em boa parte do Sudeste, o feijão comum normalmente é semeado de agosto até o começo de setembro. Quando as chuvas atrasam, inviabilizando a semeadura do feijão comum, pode-se plantar feijão-de-corda em outubro e mesmo novembro para garantir o abastecimento.

Em termos de pragas e doenças, ambos são muito prejudicados por nematóides de galha e por pragas de armazenamento, particularmente os carunchos, besourinhos da família dos bruquídeos. As populações de nematóides de galha podem ser rapidamente rebaixadas com o cultivo de plantas como as mucunas, crotalárias, amendoim e o cravo de defunto. Contudo, para que se mantenham baixas, é preciso planejar a rotação, incluindo, além dessas plantas, a manutenção de palhadas abundantes (ver Capítulo V). Os carunchos podem ser controlados de várias maneiras, sem o uso de inseticidas. Os dois mecanismos mais usuais são a exaustão do O_2 e o impedimento mecânico.

Tradicionalmente, o impedimento mecânico era alcançado armazenando-se o feijão com o pó de batedura (munha), com cinzas ou com areia fina seca, esse último método particularmente com o feijão-de-corda. O controle decorre da dificuldade do inseto de deslocar-se no material armazenado e especialmente de fixar seus ovos na superfície dos grãos coberta com pó fino. O uso de óleo de comida, algumas colheres por saco de feijão, atua de maneira similar na fixação dos ovos.

A exaustão de O_2 em latas de banha pode ser conseguida selando-se as tampas com cera de abelha ou parafina. Para acelerar a exaustão, pode-se colocar um trapo queimando na hora de fechar a lata. Outra maneira simples é armazenar o feijão em garrafas plásticas de refrigerante, tipo pet. Quando se dispõe de congelador, pode-se armazenar nele pequenas quantidades de feijão para consumo doméstico, que assim mantém suas características de feijão novo por vários meses.

Do ponto de vista de sua inserção nos sistemas de rotação de culturas, o feijão comum e o feijão-de-corda diferem muito. O feijão comum é planta relativamente exigente em fertilidade, e normalmente se considera sua fixação de nitrogênio pouco ativa. Por essa razão, convém situá-lo no começo da rotação, logo após uma boa adubação orgânica ou adubação verde. Já o feijão-de-corda é menos exigente e fixa bem, podendo ser cultivado no final do ciclo de rotações. Na Amazônia, não raro é intercalado com a mandioca até na última safra antes do pousio. No entanto, normalmente responde à aplicação de fósforo, que também estimula a fixação de N_2. Em terrenos ricos em matéria orgânica, especialmente sob chuvas abundantes, o feijão-de-corda pode inclusive viçar demais, em prejuízo da sua produção de grãos.

Além dessas duas espécies, algumas outras são encontradas em cultivo mais ou menos expressivo no Brasil. Um parente muito próximo do feijão comum, que, por assim dizer, desceu das cordilheiras para as terras tropicais baixas, é o *Phaseolus lunatus*, conhecido como fava no Nordeste. As favas são plantas adaptadas ao calor, relativamente resistentes à seca, com boa capacidade de utilizar o P de compostos pouco solúveis e boa fixação de N.

As variedades em cultivo no Brasil são trepadoras, havendo tipos de grãos chatos e grandes e de grãos curtos e ovalados, que lembram o feijão comum. Nos EUA, há muitas variedades hortícolas, conhecidas como “lima beans”. A água do primeiro cozimento dos grãos secos é normalmente descartada. Na região cafeeira do Paraná as favas eram muito cultivadas ao longo de cercas, especialmente nos viveiros de café. Com a disseminação do mosaico dourado do feijoeiro, praticamente desapareceram por serem especialmente sensíveis a essa virose.

O mangalô (*Dolichos lablab*) é cultivo encontradiço no Nordeste, sendo da mesma espécie botânica que o adubo verde labelabe. Os tipos em cultivo no Brasil são de ciclo longo, trepadores, cultivados sobre galhadas ou cercas. Na Índia, há tipos de porte baixo e ciclo mais rápido. Fixam N bem, mas são susceptíveis aos nematóides de galha. A água do primeiro cozimento dos grãos maduros, ainda úmidos ou já secos, é descartada e pode conter princípios tóxicos.

No Sudeste se cultivam variedades hortícolas da mesma espécie, aí chamadas de orelha-de-padre ou orelha-de-frade. O cultivo é semelhante ao do mangalô. Comem-se as vagens tenras, bastante expandidas, mas ainda com os grãos pequenos, como ervilha-torta, com a qual se parecem muito em sabor. O período de colheita é longo, podendo-se colher alguns meses do mesmo plantio. Tanto as sementes do mangalô quanto as da orelha-de-padre precisam ser tratadas contra os carunchos.

O guandu (*Cajanus cajan*), também conhecido como guando, no Rio de Janeiro, e andu, no Nordeste, é uma leguminosa arbustiva, muito eficiente na fixação de N, resistente à seca, capaz de produzir em solos pobres e desgastados. Faz jus ao título de “o zebu das leguminosas”. Na produção para consumo doméstico, é freqüentemente cultivado em renques, delimitando áreas. Em várias regiões do país as sementes “verdes”, na verdade já fisiologicamente maduras, mas ainda não secas, são consumidas como hortaliça. Como em outros casos, descarta-se a água do primeiro cozimento. O sabor do guandu verde é agradável, semelhante ao das ervilhas secas reidratadas. É muito apreciado em vários países do Caribe com herança africana, particularmente em Porto Rico, que inclusive o enlata e exporta.

No Brasil, o guandu seco é menos apreciado que o verde, embora nutricionalmente, nas nossas dietas, possa substituir outros feijões. Para eliminar o sabor amargo das cascas, cozinha-se até amolecer e a seguir se descarta a água desse cozimento. Na Índia, o guandu seco é muito consumido na forma de dhal, que são os grãos descascados e separados ao meio, como as ervilhas secas partidas encontradas nos mercados brasileiros. Como a casca é retirada, desaparece o sabor amargo, sendo os grãos simplesmente refogados com os temperos e cozidos com pouca água.

Além do uso humano direto, o guandu pode ter um importante papel na produção animal para consumo doméstico. Os grãos secos são colhidos no inverno, quando a disponibilidade de proteínas é crítica para a produção das criações. Pode ser fornecido cru para as aves domésticas, usualmente promovendo sensível incremento na postura de galinhas soltas. Para porcos, precisa ser cozido. Ruminantes aproveitam bem os grãos reduzidos a farelo fino. As folhas também podem ser aproveitadas por ruminantes no inverno, mas tendem a cair devido a translocação de seus constituintes para as sementes quando se aproxima sua maturação.

Os pontos fracos do guandu são a umidade excessiva e as baixas temperaturas, que podem anular a produção de grãos. Para regiões de clima frio, sujeitas à geada já a partir de abril, há variedades anãs e precoces, que podem dar uma colheita de grãos antes de as temperaturas se tornarem perigosamente baixas, como a IAPAR-43. Outro ponto fraco é a presença de carunchos, que atacam avidamente as sementes, exigindo tratamento.

No ciclo de rotação de culturas, o guandu pode ser aproveitado como última cultura, que será deixada para recuperar o terreno. Como seu desenvolvimento inicial é lento, pode ser consorciado com culturas de ciclo curto, inclusive leguminosas, como o feijão-de-corda. Após a colheita dessas culturas, o guandu produzirá uma outra colheita de grãos, e poderá ser deixado cobrindo o terreno por até mais três anos, dependendo da necessidade e da conveniência. Também se presta bem ao consórcio com o milho, nesse caso semeado após a segunda capina do cereal. Em face do seu potencial, o guandu é talvez a leguminosa mais subexplorada nos nossos sistemas agrícolas.

O amendoim é outra leguminosa presente na produção para autoconsumo, mas cujo potencial mereceria ser mais bem explorado. Como é resistente aos nematóides de galha e bom fixador de N, é uma opção no manejo de áreas infestadas por esses vermes. Ao contrário de outras leguminosas, cujo armazenamento exige cuidados constantes contra os carunchos, o amendoim é naturalmente embalado de maneira quase hermética aos insetos de armazenamento, de modo que pode ser conservado por mais de um ano em vagens colhidas maduras e íntegras.

Um grupo de leguminosas incomum na produção para consumo doméstico tradicional no país é o dos feijões orientais. Por se tratar de plantas do centro de origem do Sudeste da Ásia (ver Centros de origem das plantas cultivadas, Capítulo III), sua introdução no Brasil ficou truncada na história. Alguns deles apresentam boa adaptação ao trópico brasileiro, e são aproximadamente equivalentes ao feijão comum e ao feijão-de-corda nas dietas usuais no país.

O feijão mungo (*Vigna radiata*) é uma alternativa onde o mosaico dourado impede o cultivo do feijão da seca. Cozinha rápido e é muito digestivo e saboroso. É dele que se produzem os brotos de feijão, conhecidos como moyashi. O feijão adzuki (*Vigna angularis*) é semelhante ao feijão comum em termos de necessidades climáticas e de solo. O feijão-arroz (*Vigna umbellata*) é o que melhor reage ao encharcamento, derivando seu nome do fato de ser cultivado no oriente nos tabuleiros de arroz, após sua drenagem e a colheita do cereal. Esses feijões são susceptíveis aos nematóides de galha. Os carunchos constituem problema para o adzuki e o mungo, mas não para o feijão-arroz.

Além dessas leguminosas tropicais, é possível cultivar nos planaltos do Centro-Sul, na estação fria, algumas leguminosas de clima temperado. De um modo geral essas leguminosas se desenvolvem melhor em solos de origem calcária, e tendem a acumular doenças ao longo do tempo. Provavelmente por essas razões, que se traduzem em maior risco e menor rendimento por unidade de trabalho, elas devem ter sido eliminadas da produção para consumo doméstico tradicional.

Apesar disso, com algum esforço e em certas situações, é possível ter boas safras de ervilhas, tanto para colheita seca como verde. O grão-de-bico, além de solos neutros, pede chuva apenas no início do ciclo. Ao entrar na fase reprodutiva, qualquer chuva induz nova emissão de flores, de modo que a planta pode ter frutos em vários estágios de desenvolvimento ao mesmo tempo. Seria uma cultura adequada para o inverno dos planaltos do Centro-Oeste, desde que em terrenos bem calados e com irrigação. Desse modo, acaba fugindo à idéia de simplificação e segurança ligada à produção para consumo doméstico. Por essa razão, em relação ao grão-de-bico, e também à lentilha e ao tremoço, faz-se melhor negócio comprando-os no mercado e concentrando o esforço de produção para consumo doméstico onde ele pode ser mais bem recompensado.

A soja é uma cultura inexistente na produção para consumo doméstico tradicional no Brasil, onde o preparo de leguminosas está associado ao simples cozimento.

Simplesmente cozida como feijão, seu sabor deixa muito a desejar, de modo que há uma rejeição generalizada ao seu consumo. No Extremo Oriente, onde a soja é importante item na alimentação humana, a maior parte do consumo se dá em produtos fermentados, como o shoyu, o missô, o nato e o tempê, cujo paladar é muito distinto do da soja simplesmente cozida. Além disso, durante a fermentação, a maior parte dos fatores nutricionalmente indesejáveis acaba sendo eliminada, e as quantidades consumidas são muito pequenas comparativamente às quantidades de feijão nas dietas brasileiras. Por essas razões, não parece provável que a soja venha a ter um papel importante diretamente na alimentação humana.

Contudo, em face do seu bom teor de aminoácidos essenciais, à sua relativa rusticidade e boa fixação de N, a soja pode ser um cultivo interessante para a alimentação animal. Para destruir seus princípios antinutricionais, é preciso cozimento ou torração, e mesmo assim deve ser utilizada em quantidades reduzidas. O teor elevado de óleo e a baixa disponibilidade de cálcio induzem problemas de ossatura nos animais alimentados com quantidades maiores de soja. Contudo, pode ser um recurso importante em combinação com outras leguminosas, e há que se considerar que é relativamente imune a insetos de armazenamento.

Hortaliças

Mais do que em qualquer outro grupo de produtos, alimentar-se da produção própria de hortaliças implica uma lógica diferente daquela de abastecer-se no mercado. No Brasil de hoje, o mercado de hortaliças reflete pelo menos três décadas de ajuste dos hábitos de consumo à era dos venenos. O consumo direcionou-se a uns poucos produtos, de sabor pouco pronunciado, e que estão, literalmente por bem ou por mal, o ano inteiro no mercado. Sua retaguarda é a indústria química. A retaguarda da produção sustentável é a natureza, o que implica grandes diferenças.

Tendo a natureza como retaguarda, as diretrizes que orientam a produção de hortaliças para consumo doméstico são as mesmas que para as culturas energéticas e protéicas, de produzir o máximo por unidade de trabalho, reduzir o risco de insucesso e balancear a dieta. Contudo, há uma diretriz adicional, a de estender ao máximo o período de colheita, garantindo o suprimento de produto fresco por mais tempo. O período de colheita longo, às vezes de vários meses, também constitui uma forma de economizar trabalho: para uma operação de plantio, realizam-se várias colheitas. Por outro lado, produtos que dão uma única colheita, e que logo passam, tendem a ser rejeitados. A lógica embutida na seleção dos cultivos hortícolas não é declarada pelos agricultores, nem é fruto de uma vontade individual. É o resultado de uma experiência histórica, que mantém os acertos e elimina os erros.

Ao largo do país, essa experiência histórica acumulada na produção de hortaliças, em hortas ou em roças, resultou em diferentes conjuntos de espécies em distintas regiões. Contudo, esses conjuntos têm várias espécies em comum, o que permite tratá-los como um todo, destacando posteriormente seus aspectos regionais.

Folhas

Dentre as hortaliças de folha, a couve é a de maior expressão na produção para consumo doméstico, encaixando-se perfeitamente na sua lógica. Ao contrário do repolho, seu irmão dos climas temperados, a couve é rica em vitamina A, como todas as outras folhosas verde-escuras. Durante os meses quentes e úmidos de verão, é atacada pela lagarta das brássicas (*Ascia nomuste*), de modo que em Minas se selecionou a taioba (*Xanthosoma sagitifolium*) para substituí-la nesse período. Atualmente, essa lagarta pode ser controlada com o *Bacillus thuringiensis*. A couve é planta das encostas do Mediterrâneo, tolerando o calor, mas produzindo melhor em clima ameno.

Outra folhosa comum é o almeirão (*Chicorium intibus*), também chamado de radicci, nas áreas de influência italiana no Sul do país. Como a couve, embora tolere o calor, prefere clima ameno. As folhas novas são agradavelmente amargas. À medida que amadurecem, se tornam mais amargas, o que tem seus apreciadores, mas normalmente não é bem visto pelo paladar acostumado aos produtos de sabor pouco pronunciado da era dos venenos. Esse sabor amargo pode ser drasticamente reduzido deixando-se em água por alguns minutos as folhas finamente picadas.

Afora esses dois produtos cultivados, nos planaltos frescos do país, é muito freqüente o consumo de hortaliças folhosas obtidas por coleta, como a serralha (*Sonchus oleraceus*), o dente-de-leão (*Taraxacum officinale*), o mastruço (*Lepidium spp*), o almeirão roxo (*Lactuca virosa*), etc.

Culturas como o repolho, a alface, a rúcula e outras, que dão uma colheita única e concentrada, normalmente não têm expressão importante na produção para consumo doméstico. Contudo, nada impede que sejam cultivadas em suas épocas adequadas. Algumas vezes, elas podem ser adaptadas, como é o caso da alface colhida folha a folha, que estende o período de colheita. Os brócolis ramosos também se enquadram bem nessa lógica, merecendo maior participação no sistema.

De um modo geral, o consumo de hortaliças folhosas é menos usual nas dietas das regiões mais quentes do Brasil. Provavelmente, isso se deve à maior dificuldade de produção de folhas tenras pela pressão da temperatura e do ataque de microrganismos. A temperatura elevada acelera o endurecimento das folhas e a produção de compostos que limitam o ataque por organismos, inclusive humanos.

Contudo, há algumas notáveis exceções. A vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*) é amplamente consumida no Maranhão, e também é freqüente na região de Belém, no Pará. Suas folhas cozinham rapidamente, produzindo uma massa verde escura. O cuxá, prato típico regional, consiste nessa massa temperada com camarões secos, ervas e gergelim. Completa com vitaminas e proteínas a dieta básica de arroz.

Embora quantitativamente pouco importantes, são comuns na Amazônia o caruru-do-pará (*Talinum trifida*), o jambo (*Spilanthes acmella*) e a bertalha (*Basella alba, B.*

rubra), chamada ali algumas vezes de couve. Em Belém do Pará, é muito comum nas ruas a maniçoba, prato semelhante à feijoada preparado com as folhas da mandioca. No Nordeste, especialmente nas áreas de concentração africana, consome-se o caruru (*Amaranthus* spp) e a língua-de-vaca (*Talinun* spp).

No Centro-Sul do Brasil, a época de menor disponibilidade de hortaliças folhosas é o verão. Esse problema pode ser contornado através da produção de hortaliças típicas das regiões mais quentes do país. Uma segunda possibilidade é o aproveitamento mais integral de espécies de verão, utilizando-se as folhas da batata-doce, os brotos das abóboras e chuchus, etc. Uma terceira solução é simplesmente esquecer as hortaliças folhosas, e aproveitar as hortaliças de frutos, muito abundantes nessa época. Embora as opções não sejam excludentes, a terceira solução costuma ser a mais usual.

Frutos

As hortaliças frutos mais importantes na produção para consumo doméstico no Brasil se concentram nas famílias das cucurbitáceas, fabáceas e solanáceas.

Nas cucurbitáceas, as abóboras constituem o grupo mais disseminado, estando quase todas as variedades em *Cucurbita maxima* e *C. moschata*, espécies de clima quente. No Sudeste, faz-se uso amplo e quase integral das abóboras ao longo do seu ciclo: primeiro surgem as flores masculinas, comidas fritas à milanesa, depois as abobrinhas verdes e os ponteiros (cambuquira) e depois as abóboras maduras. Ainda comestíveis e saborosos, embora não plenamente utilizados, são os talos das folhas recém desenvolvidas e as sementes.

No semi-árido nordestino, apenas se consomem as abóboras maduras, o que provavelmente se deve à necessidade de aproveitar a curta estação chuvosa para produzir material facilmente armazenável. De fato, os frutos maduros da maioria das variedades podem ser armazenados por vários meses, desde que com o cabo e sem ferimentos ou escoriações na casca. As abóboras maduras e os ponteiros são boas fontes de vitamina A, e as sementes são ricas em aminoácidos sulfurados, que faltam ao feijão.

Há um número muito grande de variedades localmente adaptadas para consumo doméstico, cujas sementes podem ser aproveitadas para o plantio seguinte. Como as abóboras são de polinização aberta, variantes sempre vão surgindo. Em contraste com essa diversidade de tipos locais, o mercado está hoje fortemente centrado em híbridos do grupo kabotiá, cujas sementes não podem ser aproveitadas para novos plantios.

Para a produção de mesa, não é problema encontrar alguns espaços no sistema com luz suficiente para abrigar algumas covas. A adubação das covas com esterco bem curtido dá boa resposta na produção. Quando se visa a aproveitar as abóboras na alimentação de porcos é necessário buscar áreas maiores, sendo usual intercalá-las com o milho, pomares, cafezais e outras explorações com sobra de luz.

A abobrinha italiana e algumas variedades para uso forrageiro cultivadas no Sul do país pertencem a uma terceira espécie, *C. pepo*, que prefere temperaturas amenas. Outra cucurbitácea, perfeita para a produção para consumo doméstico, é o chuchu. Uma parreira de chuchu com duas ou três plantas pode produzir por mais de um ano. Normalmente os chuchus são consumidos quando já crescidos, mas ainda verdes, mas podem ser utilizados bem pequenos, como picles, e também maduros. Ao amadurecerem, a casca se torna mais fibrosa, mas a polpa acumula mais amido. Sua composição e consistência o distanciam do chuchu verde, aproximando-o da batata. Os ponteiros podem ser consumidos como a cambuquira das abóboras. Os porcos aproveitam os frutos verdes e maduros, as hastes e também a raiz, que é tuberosa e armazena amido.

Do ponto de vista nutricional, o chuchu verde é equivalente a outras hortaliças frutos como o pepino, o tomate e a abobrinha. O chuchu maduro, por ser mais amiláceo, apresenta um maior conteúdo energético. A cambuquira é boa fonte de vitamina A. O chuchu é planta de climas amenos e com chuvas bem distribuídas, sendo por isso comum nos planaltos e serras do Sudeste. Tanto o frio quanto o calor excessivo lhe são prejudiciais. Por essa razão, a época de produção varia e é mais curta ou longa segundo o clima local.

Outras cucurbitáceas, também presentes, mas de menor expressão, são o caxi (*Lagenaria siceraria*), muito atrativo para vaquinhas (*Diabrotica* spp), o maxixe (*Cucumis anguria*), os pepinos, os melões e melancias.

Da família das fabáceas, algumas espécies de uso como hortaliça já foram comentadas no item referente às culturas protéicas. Uma espécie de perfeita adaptação às regiões ou épocas quentes e úmidas é o feijão-de-metro ou vagem-de-metro (*Vigna unguiculata* ssp sesquipedalis). Trata-se de uma espécie aparentada do feijão-de-corda, que produz vagens longas e tenras, utilizadas como a vagem comum. É mais exigente em umidade e fertilização do que o feijão-de-corda, de modo que se adapta melhor à condição de horta que à de roça.

No Sudeste, com boa escolha da espécie, pode-se ter vagens tenras a maior parte do ano: na primavera, de feijão comum; no verão, da vagem-de-metro; no outono, da orelha-de-padre e no inverno, da ervilha-torta. Também é possível ter grãos verdes de leguminosas por quase todo o ano: feijão comum verde no começo do verão, feijão-de-corda verde no verão e parte do outono, guandu e ervilha no inverno e primavera. A ervilha não se enquadra perfeitamente na lógica predominante na produção para consumo doméstico, mas, com algum esforço, pode ser produzida pelos apreciadores de leguminosas.

As solanáceas hortícolas mais usuais na produção para consumo doméstico são as pimentas e os tomates. O abastecimento de pimentas ardidas para o ano em geral pode ser conseguido com umas poucas plantas, freqüentemente espontâneas, de modo que não coloca problemas maiores. A imensa contribuição em sabor que as pimentas dão à mesa é desproporcional ao pequeno espaço que ocupam no terreno. Os pimentões são plantas bem mais delicadas, monstruosidade em termos de tama-

nho do fruto se comparados às pimentas silvestres. O reverso dessa monstruosidade nos frutos foi torná-los muito susceptível a doenças. Há variedades de pimentas que são doces, mais rústicas que os pimentões e que podem substituí-los na culinária. Contudo, elas cruzam com os tipos ardidos, gerando descendentes que podem ser ardidos ou doces.

O tomate é planta das cordilheiras secas e frescas, de difícil adaptação ao trópico úmido. Sobre essa dificuldade de partida, há a fragilização induzida pela seleção de tipos com frutos cada vez maiores. Por essas razões, os tomates do mercado raramente estão presentes na produção para consumo doméstico. Inversamente, os tomates de frutos pequenos são muito comuns. São manejados como plantas semi-silvestres, poupadas da enxada na hora da capina. Há tipos de frutos ácidos e de frutos doces. Os de frutos ácidos, normalmente com pouca polpa, dão molhos muito saborosos.

O jiló é solanácea de sabor amargo, característico, com grandes apreciadores no Sudeste e em algumas áreas do Centro-Oeste. É planta rústica, de logo período de colheita, muito bem adaptada à lógica do consumo doméstico. A jurubeba (*Solanun paniculata*), sua parente, é mais vezes colhida da natureza, para a preparação de conservas. Outro parente é a berinjela, comum nos mercados, mas rara na produção para consumo doméstico. Por suas características de produção, muito semelhantes às do jiló, poderia enquadrar-se bem no trópico brasileiro.

A família das malváceas tem apenas dois representantes nas hortaliças de fruto para consumo doméstico, mas seus representantes são peculiares e merecem menção. O quiabo é planta muito disseminada, não sendo cultivado apenas no Sul do país. Do ponto de vista gustativo, não tem similar para seus apreciadores, mas também tem seus detratores, esses últimos normalmente na população urbana. A vinagreira, já tratada como hortaliça de folhas, também produz frutos, cujos cálices florais são aproveitados para picles, geléias e sucos.

A agrofloresta alimentar

Até esse ponto, a descrição e os comentários da produção vegetal para consumo doméstico se basearam na situação hoje predominante. As sugestões mais vezes endereçaram pequenos avanços, passos numa longa caminhada. Porém, o objetivo final nessa longa caminhada ainda não foi focalizado. Construindo nossa economia num ambiente originalmente florestal, a diretriz é nos convertermos cada vez mais em agricultores do estrato arbóreo (ver A agricultura e o estrato herbáceo, Capítulo III). Nesse sentido, o objetivo último na produção para consumo doméstico é a agrofloresta alimentar.

No Brasil, há na maioria das propriedades um componente arbóreo, visando, sobretudo ao abastecimento doméstico de frutas. Esses pomares normalmente estão próximos da(s) casa(s) de moradia, sendo sua composição variável de região a região. Contudo, na maioria das propriedades, seria possível um suprimento melhor ao longo do ano pela escolha de espécies com diferentes épocas de produção. O chão

desses pomares normalmente é utilizado como área de perambulação de animais domésticos, especialmente galinhas, simulando um sistema natural.

Dois problemas usuais nesse embrião de agrofloresta são o hábito de varrer as folhas e a população excessiva de criações. Juntos, eles levam à compactação da camada superficial do solo dos pomares. A varrição dos terreiros é uma prática à qual se atribui um valor intrínseco e positivo, análogo ao valor do banho diário ou da limpeza. Contudo, retirando constantemente a camada de folhas caídas, impede-se o normal desenvolvimento das formas de vida que as decompõem. Parte dessas formas de vida exerce papel importante na construção do solo e parte é alimento potencial das aves domésticas.

Uma maneira de conciliar varrição com manutenção dessas formas de vida é delimitar claramente a área de terreiro e a área de pomar, varrendo-se apenas o terreiro. Uma simples cerca de bambu ou varas cumpre bem essa função. Contudo, para o máximo aproveitamento, é preciso também manter uma população de aves compatível (ver Manejo das criações, Capítulo V).

Esses ajustes não comportam dificuldades maiores. O real desafio, na construção de sistemas sustentáveis em áreas de vocação florestal, é ir ampliando o leque de produtos supridos por esse embrião de componente arbóreo. Com isso, pode-se diminuir a necessidade de cultivos herbáceos, sem, contudo ter a pretensão de eliminá-los.

Está fora do escopo deste livro e do conhecimento de seu autor comentar as espécies arbóreas cultivadas e cultiváveis ao largo do Brasil e que podem contribuir para esse fim. Não obstante, serão comentadas algumas espécies usuais, como exemplo do que o leitor poderá procurar.

Tradicionalmente, as frutas em nossa dieta estão associadas à sobremesa, sendo encaradas predominantemente como fontes de vitaminas e sais minerais, e efetivamente a maioria delas é de escasso valor energético. Sua disponibilidade é fortemente sazonal. Para que contribuam mais no corpo da dieta, é preciso priorizar espécies de maior valor energético, idealmente menos sazonal ou cuja sazonalidade possa ser compensada pela combinação de espécies diferentes.

Das espécies arbóreas ou similares presentes na dieta e que se enquadram nessa perspectiva, a mais comum são as bananas. Em quase todo o Brasil tropical, a banana é um componente importante na produção para consumo doméstico. Sendo nutricionalmente equivalente às batatas, sua utilização permite reduzir as áreas com tuberosas, permitindo a economia de trabalho e contribuindo para proteger o solo, uma vez que não o expõem ao desgaste inerente às culturas anuais. O risco de perda por flutuações climáticas também é menor.

Desde que haja suprimento de água constante e que não haja frio intenso, o bananal pode ser manejado para fornecer cachos em ponto de colheita durante

todo o ano. Para uma produção abundante, as bananeiras são plantas relativamente exigentes em nutrientes minerais, de modo que convém plantar o bananal em solos quimicamente ricos e/ou fertilizados. As folhas e hastes das bananeiras podem ser aproveitadas pelos animais domésticos, especialmente por suínos e ruminantes.

Outra planta amilácea do Brasil tropical é a jaqueira. Da jaca se consomem não apenas a polpa que envolve as sementes, como também as próprias sementes. A jaca pode ser utilizada na alimentação de suínos, que consomem avidamente a polpa e depois as sementes, tanto dos frutos maduros crus como dos frutos verdes cozidos. Na antiga zona cacaueira da Bahia, tratar porcos com jaca foi prática corrente. Um pequeno pomar de jacas pode contribuir significativamente para a criação doméstica de suínos.

Uma planta aparentada da jaca, a fruta-pão, é absolutamente amilácea, mas sua produção não é tão abundante e parece se desenvolver a contento apenas nos ecossistemas litorâneos.

No Brasil subtropical, uma notável árvore produtora de amido é a araucária, cujos pinhões os índios caingangues aproveitavam como importante fonte energética durante a sua safra. Também se criaram porcos embaixo de pinheirais no tempo em que eram abundantes. Em vastas áreas dos planaltos do Sul e Sudeste, é desejável o plantio de araucárias, seja pela produção de pinhão, de madeira, ou simplesmente pela sua beleza ímpar.

O abacate é outra fruta de elevado conteúdo energético, utilizado do México aos países andinos em vários pratos salgados. No Brasil, apenas é consumido em pratos doces. Pela facilidade de sua produção, e pela possibilidade de colheita por vários meses, combinando-se variedades, justificaria um uso mais intensivo em nossa alimentação.

Considerando os produtos regionais, essa lista de possibilidades vai se ampliando: coco-da-bahia, pequi, pupunha, babaçu, castanha-do-maranhão, sapucaia, castanha-do-pará, baru... Na verdade, poderia o autor empregar todo o resto de sua vida nesse estudo, e quase nada teria feito. No entanto, não é esse o ponto. O importante é compreender a direção a ser seguida, de modo que cada leitor possa buscar na sua área de ação qual a melhor agrofloresta que se pode implementar no presente, e qual o caminho para aprimorá-la no futuro.

Criações domésticas e seu acoplamento no sistema

Porcos

Vários aspectos da criação de suínos foram abordados ao longo deste livro, de tal forma que apenas serão tocadas aqui aquelas particularidades da sua produção para consumo doméstico. Eles se acoplam bem a sistemas

que produzem materiais amiláceos em abundância, e aproveitam bem forragens herbáceas, a partir dos quais podem produzir quantidades substanciais de banha.

Relativamente a outras fontes de gorduras para uso alimentício, a banha de porco se destaca pela facilidade de sua obtenção, que não exige outro equipamento que panelas de cozinha. Assim, o porco transformou-se no produtor primário de gordura de mesa na maior parte do território nacional.

Nas últimas décadas, com o aumento do sedentarismo, a banha passou a ser alvo de críticas, sendo associada a problemas vasculares e doenças crônico-degenerativas. Parte desse desprestígio se deve à propaganda negativa promovida pela indústria de óleos vegetais, especialmente do complexo americano da soja, que teve na banha sua principal concorrente. Essa propaganda foi forte o bastante para desprestigiar também a manteiga, de modo a abrir mercado para as margarinas. No caso da manteiga, a pecha foi recentemente revertida. No caso da banha, a percepção geral ainda é de que ela é intrinsecamente deletéria. No entanto, não há nenhuma evidência de que ela seja deletéria em dietas baseadas em cereais integrais, em leguminosas, em quantidades sóbrias de produtos de origem animal e quantidades liberais de hortaliças e frutas.

No passado, a criação solta de porcos era muito usual. Os animais recebiam uma quantidade módica de milho, e completavam suas necessidades alimentares por conta própria, através da caça de pequenos animais e pastejo de plantas espontâneas. Quando os animais atingiam tamanhos suficientes, ou segundo a necessidade do agricultor, eram fechados num cubículo e tratados com alimentos energéticos para a engorda, sobretudo com milho.

Assim, a criação era dividida em duas fases distintas. Na primeira, solta, o animal crescia e depositava a maior parte do seu tecido muscular, baseado nas proteínas que por conta própria encontrava no ambiente. Na segunda fase, depositava, sobretudo banha, que era o que sua alimentação predominantemente energética permitia. Contudo, com o desgaste da fertilidade, houve um decréscimo geral na atividade biológica nos sistemas, de modo que a quantidade de alimento protéico disponível cai. Além disso, essa modalidade de criação foi se tornando impraticável, à medida que a intensificação da agricultura restringia a área de perambulação dos animais. O resultado final tem sido o colapso desse padrão de produção.

Por essas razões, na maioria dos casos, é mais realista pensar no confinamento para produção doméstica de suínos (ver Os animais e a fertilidade do sistema, Capítulo IV; Esterco de suínos, Capítulo IV; e Manejo das criações, Capítulo V). Estando o animal fechado, todas as suas necessidades têm de ser supridas pelas mãos do agricultor, de modo que a demanda de trabalho e de alimentos aumenta. No entanto, há a grande vantagem de reduzir o inóculo de verminoses no sistema e de praticamente eliminar o risco de cisticercose.

O tipo de porcos a criar depende dos alimentos disponíveis. Se apenas se dispõem de materiais amiláceos e alimentos verdes, raças pequenas para banha são mais convenientes. Quando se dispõe também de alimentos protéicos, tais como leguminosas, milho melhorado para qualidade de proteína e resíduos de leiteria, é possível criar raças que depositam mais carne, geralmente de maior porte. Em certas situações, pode ser vantajoso comprar um suplemento protéico para complementar a dieta dos suínos, e assim garantir o suprimento de carne da propriedade.

O número de animais consumidos por ano depende do tamanho da família, dos seus hábitos alimentares e do tamanho e tipo dos animais. Como referência, para uma alimentação do tipo preconizado neste livro e uma família de quatro a cinco pessoas, consomem-se dois a três porcos por ano. Se forem pequenos e tipo banha, abatidos com 40kg a 60kg, fornecerão pouca carne. Se forem grandes e tipo carne, abatidos com cerca de 100kg, poderão fornecer a maior parte da carne consumida no ano.

Para garantir um colorido gustativo, pode-se preparar de diferentes maneiras a carne suína. Assar, fritar, embutir, defumar ou armazenar dentro da banha resultam em sabores bastante distintos, capazes de dar muito colorido à mesa e azo à criatividade dos envolvidos.

Galinhas

A criação de galinhas caipiras é parte fundamental da produção para consumo doméstico. Acopla-se bem a sistemas que produzem algum grão, normalmente milho, e onde há suficiente área de perambulação para completarem sua dieta. Por serem muito menor que os porcos, seu consumo individual de alimento é mais facilmente atendido. Com a quantidade de milho consumido por um suíno adulto, pode-se manter entre 10 e 30 galinhas, dependendo do tamanho do suíno. Por isso, mesmo agricultores muito pobres costumam manter algumas galinhas.

Tradicionalmente, para galinhas caipiras criadas soltas, fornece-se uma pequena quantidade de milho pela manhã e outra à tarde. Essas quantidades muito raramente chegam a atender à metade das necessidades energéticas das aves e menos ainda das suas necessidades protéicas. Desse modo, sua produção depende fortemente do que conseguem obter por conta própria, que por sua vez depende do ritmo da atividade biológica geral. Assim, a produção é normalmente mais elevada na primavera e no verão, quando as populações de plantas tenras, insetos, minhocas e outros pequenos animais são mais elevados.

Com a redução da atividade biológica no outono e inverno, a produção tende a decrescer, podendo anular-se completamente. Uma defesa da ave contra o esgotamento evolutivamente desenvolvida é a regulação da postura e consumo de alimento de acordo com a quantidade de luz. Por isso, quando os dias se tornam curtos, as aves tendem a botar menos, mesmo em condições ideais de alimentação.

Esse padrão de criação se acopla bem ao estrato mais baixo de ecossistemas arbóreos, como a agrofloresta alimentar (Culturas arbóreas e similares e Manejo das criações, Capítulo V). Tais ecossistemas simulam as florestas ricas em bambu do Sul da Ásia, onde se acredita que as galinhas se tenham originado. Nesse sistema de criação, um plantel de 15 a 20 galinhas e um galo produz ovos e frangos suficientes para uma família de consumo e tamanho médios.

A produção de ovos desses plantéis pode ser fortemente incrementada quando se fornece algum suplemento protéico, porque diminui sua necessidade de pequenos animais para completar a dieta. Isso é especialmente importante no outono e no inverno, para atenuar a queda natural de produção que ocorre nessa época. O guandu é muito eficiente para essa função. Para facilitar seu consumo pelas aves, pode-se fornecê-lo em farelado grosso com o milho.

Os problemas mais usuais nesse tipo de criação costumam ser a coleta de ovos, a alta mortalidade de pintos pequenos e as perdas por ataque de predadores silvestres. Deixadas soltas, as aves tendem a escolher seus locais para ninho, e apenas sair dali com as ninhadas. Uma alternativa para facilitar a coleta dos ovos é manter as aves fechadas no abrigo pela manhã, quando ocorre a maior parte da postura. Com algum cuidado, também se pode colocar as chocas em locais mais bem abrigados.

Algumas vezes, para evitar esses problemas ou por impossibilidade de manter as aves soltas, prefere-se a criação completamente confinada em pequenos galinheiros. Nesse caso, é muito difícil manter a produção das aves sem recorrer a rações comerciais. Em tal situação, raças especializadas para postura costumam resultar mais eficientes que galinhas caipiras.

Uma observação muito curiosa é que as galinhas costumam desempenhar um papel na nutrição dos pequenos agricultores desproporcionalmente maior do que a importância que lhes é atribuída. Um pequeno plantel de vinte a trinta galinhas caipiras, que é o normalmente mantido pelos agricultores familiares, produz ovos e frangos suficientes para a complementação de uma dieta à base de arroz e feijão de uma família de tamanho médio.

Animais para leite

Na produção para consumo doméstico no Brasil, os animais de leite desempenham um papel muito importante nas regiões onde os recursos naturais não permitem agricultura intensiva, sobretudo no Semi-árido e no Cerrado. Nas regiões de agricultura intensiva, a manutenção de vacas implica a imobilização de áreas para pasto, concorrendo com as culturas comerciais. Por isso, nessas regiões, é freqüente que os bovinos apenas estejam presentes quando há tratos de terra impróprios para o cultivo, pedregosos, de pendente elevada, com solos fracos ou ainda sujeito a encharcamento. Em tais casos, os bovinos constituem mais uma forma de aproveitamento da área do que uma opção preferencial. Esses bovinos costumam funcionar também como reserva de valor.

Por essas razões, a produção de leite para consumo doméstico não parece ter na maioria das regiões do Brasil uma prioridade enquanto tal. Mais vezes, o leite parece um subproduto da criação de bovinos, imposto pelas limitações do meio. Uma situação parcialmente diferente pode ser observada nas regiões coloniais do Sul do país, onde é comum manter algumas vacas "para o leite das crianças".

Por essas razões, a complementaridade observada no Norte da Europa entre a produção de leite e a criação de suínos é rara no Brasil. Onde os bovinos são mais importantes, no Semi-árido e no Cerrado, não há excedente de cereais no contexto dos sistemas agrícolas focalizados. Onde uma ou duas vacas são mantidas "para o leite das crianças", é pequeno o excedente para queijo, e assim há pouco soro para os porcos. Contudo, nada impede que se decida por manter algum animal de leite, e eventualmente aproveitar sua complementaridade com a produção de carne suína.

Quando se decide pela produção de leite para o abastecimento contínuo do consumo doméstico, há necessidade de se manter pelo menos duas vacas, alternando seus períodos secos. Naturalmente, preferem-se animais rústicos e de produção média, animais baratos, em lugar de animais caros e delicados. A convivência fácil com carrapatos é um quesito fundamental.

Outro animal de leite no Brasil é a cabra. O preço de aquisição é sensivelmente mais baixo e sua produção de leite por unidade de forragem e de peso vivo é melhor do que o de uma vaca média. O maior problema com as cabras é a contenção. Curiosas e ativas, elas desafiam a vontade humana de contê-las, e não raro vencem. Algumas horas de liberdade de uma cabra fugitiva podem significar um grande dano. Por essa razão, as cabras de leite são mais comuns como animais de corda nas periferias urbanas do que nos sítios e fazendas.

Contudo, para quem assuma o desafio de contê-las, com cercas adequadas e bem conservadas, duas ou três cabras podem garantir o abastecimento doméstico de leite com muito menos alimento e custo de aquisição do que duas vacas. Comparativamente ao leite de vaca, os grânulos de gordura do de cabra são menores, não dando manteiga. O odor característico é fortemente reduzido quando não há bode.

Uma discussão interessante dentro do movimento orgânico e que opõe certos segmentos é sobre a conveniência das dietas à base de leite para adultos. No movimento biodinâmico, há uma valorização do leite como alimento para todas as idades. Nas linhas de vertente oriental, sobretudo na macrobiótica, trabalha-se com a idéia de que o leite é alimento para mamíferos apenas enquanto ainda não têm dentes. De fato, a regra entre os mamíferos é que sejam naturalmente desmamados quando seu aparato bucal esteja com dentes aptos a desempenhar seu trabalho.

Tomando-se o planeta como área de observação, vê-se povos sem nenhum, consumo de leite senão o materno. No Extremo Oriente, o leite é um alimento virtualmente ausente. Para os índios da América, o leite era completamente desconhecido e para vários grupos parecia nojenta a idéia de consumir algo que

saía do animal, como a nós parece nojento beber sangue ao modo dos massai no Leste Africano ou dos mongóis na Ásia. Por outro lado, há um grupo ainda mais numeroso de povos para os quais o leite é parte corriqueira da alimentação de adultos. Contudo, mesmo nessas populações, há adultos que não digerem lactose.

Em face desses fatos, parece discutível a noção predominante em nosso meio de que o leite é um alimento desejável e indispensável. Isso coloca a necessidade de animais de leite sob outra perspectiva, parecendo perfeitamente possível ao autor deste livro a composição de dietas para consumo doméstico sem leite. Como no caso da discussão sobre as dietas vegetarianas, não se objetiva aqui advogar pelo uso amplo de leite nem pela sua exclusão, mas apenas de mostrar as possibilidades à disposição do leitor.

Lenha

A lenha é o combustível mais antigo da história humana, e uma fonte de energia para cozimento mais tradicional no meio rural brasileiro. Contudo, pela abundância de florestas, nossos hábitos de utilização de lenha para cozinha são muito pouco eficientes. Nosso fogão caipira típico desperdiça muito calor. Exige lenha grossa, de bom poder calorífico, o que leva a um grande consumo da madeira dura disponível nos sistemas de produção.

Contudo, há no mercado fogões de ferro fundido, esmaltados, que usam a lenha com muito mais eficiência. Normalmente, tais fogões comportam forno e podem ter serpentinas internas para o aquecimento de água. Por essas razões, fazem jus ao seu nome de fogões econômicos. Eles são muito comuns no comércio das pequenas cidades no Sul, onde custam o equivalente a um bom fogão a gás. São mais raros no Sudeste, onde às vezes são vendidos a preços elevados de objetos de decoração, em lojas especializadas em artigos para casas de campo. Tais fogões permitem reduzir a menos da metade o consumo de lenha e podem utilizar lenha fina. Na verdade, são a um tempo fogão, forno e aquecedor de água.

A produção de lenha para o abastecimento doméstico é uma atividade relativamente simples no trópico úmido brasileiro. Em sistemas com um componente arbóreo importante, há uma quantidade de lenha naturalmente disponibilizada, proveniente de árvores mortas, galhos quebrados pelo vento, podas, etc. Assim, a produção de lenha não é problema para os agricultores do estrato arbóreo.

O problema surge quando se quer converter todo o sistema em cultivos herbáceos, e se remove constantemente a regeneração arbórea, a ferro, fogo e, hoje, venenos. Contudo, concretamente, entre o ideal e o real há uma grande necessidade de produzir lenha, produto cada vez mais escasso nas propriedades. Quando se cultiva lenha a espécie mais usual tem sido o eucalipto, que apresenta uma série de vantagens e permite outras formas de utilização.

Contudo, seria muito interessante conciliar a produção de lenha com a fixação de N e a diversificação do sistema, com espécies como a leucena, as acácias, a bracatinga, a gurucaia, etc. Para essa produção, não se precisa necessariamente de lotes homogêneos e compactos. É possível associá-la a faixas de quebra-ventos, cercas vivas, sombreamento de pastos, etc. Uma alternativa noutra vertente, muito rara entre nós, é a utilização de fogões solares, à espera da curiosidade e talento dos leitores.

O caminho para uma era de abundância

A expectativa do autor com este capítulo foi antecipar ao leitor o contexto em que se insere a produção para consumo doméstico e os elementos que podem ser manejados. Isso compreendido pode o agricultor decidir sobre a extensão e a configuração da produção para consumo doméstico no seu sistema de produção. Não raro, pode-se conseguir avanços notáveis, com esforço adicional relativamente pequeno.

Contudo, focalizar a produção para consumo doméstico não deixa de ser também um exercício de repensar o sistema de produção mundial de alimentos. E de se perguntar, em que medida pode a produção para consumo doméstico em sistemas orgânicos contribuir para alimentar uma população humana crescente? Não seria a produção para consumo doméstico simplesmente um exercício particularista e de isolamento da sociedade mais abrangente, como o das comunidades alternativas do começo dos anos 1970?

Na compreensão do autor, a produção agrícola orientada pelo modelo da natureza é a diretriz maior para alimentar o planeta. Ela constitui um rompimento com o modelo básico de produção baseado na degradação. Esse modelo tem várias versões. A mais antiga consistia em derrubar e queimar, e depois seguir para frente. A mais moderna substituiu a foice, o machado e o fogo pelos insumos industriais, deixando atrás de si um ambiente igualmente arrasado, onde as áreas úteis para a produção diminuem a cada ano. Contudo, há uma diferença entre a agricultura itinerante do passado e a do presente. No passado, havia mais terra pela frente, agora, não há mais. Assim, o primeiro desafio para alimentar a humanidade é preservar o que resta dos ambientes agrícolas.

Nesse sentido, a abundância supostamente propiciada pela agricultura industrial é uma criação mental de difícil compreensão. Primeiro é para poucos, não mais do que 15% da humanidade. Segundo baseia-se na monocultura e na indústria, dependendo de recursos que são finitos e em técnicas que degradam os recursos naturais. Em que pesem avanços importantes, o que o padrão convencional realmente criou foi o desperdício. Desperdício de energia, desperdício de materiais, desperdício de ecossistemas inteiros, contaminados por produtos tóxicos que o ambiente nunca conheceu e é incapaz de degradar. A parcela maior da conta a pagar por esses desperdícios está sendo lançada para as gerações futuras. Mais recentemente, o padrão convenci-

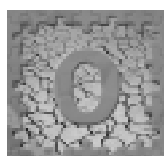
onal tem acenado com a solução dos problemas que criou através de combinações aberrantes de genes cujo efeito permanece incerto, literalmente um cheque em branco, para as gerações futuras pagarem.

Nessa perspectiva, essa suposta abundância, na melhor hipótese, é uma ilusão. É uma festa a que apenas alguns foram convidados, e na qual se esbanjam os escassos recursos de que todos necessitam. Todos, tanto os que hoje vivem quanto os que viverão no futuro.

A agricultura ecológica, e nela a produção para consumo doméstico, é um exercício de qualidade total na agricultura, orientada para o aproveitamento integral e inteligente dos recursos disponíveis na propriedade. Segue o modelo desenvolvido pela natureza no curso de milhões de anos de evolução. Seguramente esse modelo não nos propiciará uma festa ininterrupta, mas uma vida abundante, conquanto sem esbanjamento.

No contexto macro da sociedade atual, além de uma forma de proteção econômica dos agricultores, a produção para consumo doméstico tem um valor simbólico. É uma forma de atrair a atenção social para a necessidade de mudança dos padrões de consumo. Mais produtos naturais, menos processamento, ajuste à regionalidade e à sazonalidade, menos lixo, mais saúde e mais bem-estar, nos tornarmos cada vez mais filhos e jardineiros da terra e irmãos de nossos semelhantes. Nessa utopia, os agricultores orgânicos têm um importante papel a desempenhar.

CAPITULO VII

A conversão rumo à sustentabilidade

processo de mudança do manejo convencional para o ecológico tem sido chamado de "conversão". As motivações para a conversão podem ser várias. Para muitos agricultores, o principal motivador são doenças na família ou em vizinhos causadas por agrotóxicos. Para outros, menos numerosos e freqüentemente de origem urbana, a motivação provém de considerações filosóficas ou religiosas. Nesse grupo estão os orgânicos mais antigos. `

Para um terceiro grupo, o atrativo maior vem da possibilidade de melhorar sua produção e comercialização sem onerar sua planilha de custos. Aqui se enquadra a maioria dos agricultores familiares envolvidos na produção orgânica. Um quarto grupo, hoje muito numeroso, tem como principal motivador o prêmio atualmente pago pelos produtos orgânicos.

Essa qualificação em grupos é arbitrária e sua função é apenas didática. Na prática, os discursos desses grupos têm uma grande área comum. Além disso, tem sido usual agricultores se interessarem pela produção ecológica em função dos prêmios e, aos poucos, irem compreendendo o alcance filosófico, ecológico e social da proposta. Dependendo de até aonde chegue seu interesse, a conversão para a agricultura orgânica terá diferentes horizontes, desde o simples enquadramento nas normas até a criação de sistemas sustentáveis.

Contudo, a maioria dos agricultores compartilha o interesse de, inicialmente, ajustar sua produção às normas da produção orgânica, de modo a garantir sua possibilidade de ingresso no mercado orgânico. Por isso, os aspectos normativos da conversão costumam ser foco de especial atenção por parte dos agricultores e certificadores. Já, a atenção dos técnicos, normalmente é direcionada aos aspectos biológicos do processo.

Há, contudo, a necessidade de focalizar os aspectos educativos envolvidos, que em regra nem são considerados, e por isso acabam se transformando em obstáculos à fluidez da conversão. Tais aspectos dizem respeito ao aprendizado, por parte dos agricultores, dos conceitos e técnicas de manejo que viabilizam a agricultura orgânica. Esse aprendizado compreende etapas que precisam ser tri-

lhadas sucessivamente, para evitar prejuízos no resultado final. Não é possível queimar essas etapas.

Os aspectos biológicos, que, por assim dizer, são a parte mais agronômica da conversão, incluem o reequilíbrio das populações de insetos e das condições do solo, que igualmente exigem um tempo de maturação. Nos treinamentos em agricultura orgânica, temos vivenciado a necessidade de reorganizar o conhecimento agronômico dos técnicos, lançando mão de conceitos da ecologia. Esse é o sentido dos capítulos III, IV, V e parte do VI.

A assimilação dessa reorganização dos conhecimentos também requer um tempo de maturação. É um reaprendizado da agronomia enquanto ecologia aplicada à produção agrícola, que exige a reorganização dos fatos agronômicos sob um marco conceitual diferente. Por analogia com a informática, é um novo software, para trabalhar no hardware antigo. Em face desses tempos de maturação do aprendizado e de reequilíbrio das populações de insetos e da fertilidade do sistema, a conversão normalmente exige um a dois anos de ativa re-situação dos agricultores e do seu ambiente biológico.

A abordagem sistêmica na conversão

Qualquer que seja a motivação do agricultor, e o horizonte de sua expectativa convém trabalhar com um método que permita chegar ao ponto desejado no menor tempo possível. Chegar ao ponto desejado usualmente se traduz em estabelecer uma nova rotina de manutenção da fertilidade do sistema e de escoamento da produção. Na nova rotina se inclui uma reestruturação física e funcional do sistema, do fluxo de trabalho e de dinheiro. Para a fluidez dessa nova rotina, as práticas de fertilização e de controle de pragas também precisam estar assimiladas, e as vias de escoamento da produção e de suprimento de insumos bem pavimentadas.

A maior parte das conversões não tem incorporado o tempo de maturação do reaprendizado e a necessidade de ajuste de todos esses aspectos. Em geral, tem-se buscado tão somente o ajuste imediato às normas. Como esse ajuste não contempla todos os aspectos, é usual o surgimento de vários problemas durante o percurso, não raro acompanhados de prejuízos materiais. Também não é raro encontrar-se casos de culturas displicentemente tratadas, a que o agricultor, por não aplicar agrotóxicos, chamou de orgânicas, e cujo destino mais provável é o insucesso.

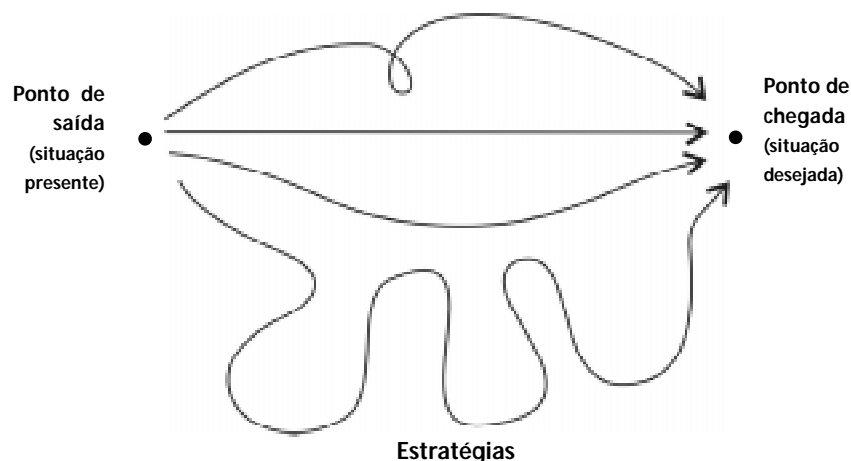
Para tornar a conversão mais fluida, lógica e compreensível, uma ferramenta especialmente útil é a abordagem sistêmica (ver Capítulo II). Com essa abordagem, é possível ter uma visão macro do sistema de produção a converter, identificando-se precisamente os pontos mais relevantes. Progressivamente, pode-se ir descendo aos detalhes pertinentes, sem, contudo perder tempo ou energia em aspectos de pouca relevância. Além disso, o método permite a clara compreensão por todos os envolvidos das etapas a serem vencidas durante a conversão.

A nitidez, a objetividade e a eficácia do programa de conversão dependem muito da experiência do técnico que assessora o processo. Idealmente, o técnico precisa reunir uma boa retaguarda na área biológica e na abordagem sistêmica, e bom senso. Um plano de conversão mal concebido ou insuficientemente trabalhado tenderá a apresentar mais problemas de percurso. Como a experiência é sempre individual e não é transferível, cada leitor precisa desenvolver a sua. A finalidade deste livro é justamente fornecer elementos para esse desenvolvimento.

De uma maneira esquemática, o trabalho pode ser compreendido como uma definição de um ponto de partida, de um ponto de chegada, e da melhor maneira de se percorrer o caminho entre eles (Figura VII.1). O ponto de partida é o sistema de produção atual, que precisa ser bem caracterizado nos aspectos pertinentes, de modo a se trabalhar sobre sua situação concreta. O ponto de chegada é o sistema de produção ecológico que se quer implantar.

Freqüentemente, tanto os agricultores quanto os técnicos, têm apenas uma idéia vaga da conformação final do sistema após a conversão. É preciso ter uma visão abrangente e realista das possibilidades do sistema, de modo a não criar expectativas falsas nem deixar de explorar o potencial disponível. A finalidade do corpo conceitual e factual discutida nos capítulos III, IV, V e parte do VI são permitir ao leitor uma visão nítida da configuração que o sistema pode assumir. Noutras palavras, permitir uma imagem mental clara do ponto de chegada.

Figura VII - 1

Representação esquemática do processo de conversão

É muito frequente que o ponto de partida não esteja bem compreendido. Para isso, a abordagem sistêmica pode contribuir muito. O ponto de chegada é frequentemente nebuloso. Para torná-lo mais nítido, é necessário uma sólida formação em agricultura orgânica, experiência e visão de conjunto. Como ambos os pontos não costumam estar perfeitamente claros, as estratégias costumam ser tortuosas. Uma das funções desse livro é contribuir para torná-las retas.

Uma vez caracterizados com nitidez o ponto de partida e o ponto de chegada, o passo seguinte é estudar o menor caminho possível entre eles, considerando as potencialidades e limitações do sistema em termos de capital, terra, mão-de-obra e conhecimento. Vale lembrar que embora os sistemas orgânicos geralmente utilizem menos recursos materiais, como fertilizantes, rações, agrotóxicos, etc., eles requerem mais conhecimento para seu manejo. Parte desse conhecimento vem de fora, mas parte também precisa ser desenvolvida e adaptada localmente pelo agricultor. Daí a necessidade de que o plano de conversão seja claro, lógico e compreensível, e que todas as fases sejam interativa e iterativamente discutidas entre assessor e agricultor.

A marcha da conversão

Sendo um processo de natureza biológica e educativa, convém dar à conversão uma seqüência lógica e explícita. Tenta-se alcançar essa lógica e essa clareza através da elaboração de um projeto de conversão, o que obriga a organização das informações e das propostas de forma compreensível para todos os agentes envolvidos.

O ponto de partida

O trabalho se inicia com diagnóstico da propriedade, incluindo o levantamento dos recursos disponíveis (naturais, humanos, benfeitorias, infra-estrutura regional), os aspectos relacionais (relações sociais e comerciais), a ocupação da área e seu rendimento físico e econômico. Identificam-se também as relações existentes entre os componentes do sistema. O levantamento do histórico de vida do agricultor e do histórico do sistema é muito útil para se visualizar a trajetória histórica e tendências de evolução do sistema (ver A marcha do trabalho em sistemas de produção, Capítulo II).

O ponto de partida levantado pode ser traduzido numa representação esquemática do sistema de produção atual, uma fotografia do seu presente (como exemplo, ver Apêndice 1, Figura A1.2).

O ponto de chegada

A definição do ponto de chegada resulta da interação entre o gerente do sistema que se pretende converter e o assessor com experiência no assunto. O gerente fornece os contornos do que desejaria implantar, que precisam ser criticamente avaliados pelo assessor e traduzidos a um nível de detalhes que permita sua operacionalização. Esse processo interativo e iterativo cria uma oportunidade ímpar de aprendizado, que convém explorar. Esse ponto de chegada pode ser traduzido numa representação esquemática do futuro sistema, em que sejam visíveis as mudanças a introduzir.

Como o processo de definição dos pontos de chegada é interativo e iterativo, os desenhos, quadros, fluxogramas e outros instrumentos de apoio precisam

ser selecionados de acordo com o público a atingir. Normalmente, o meio mais eficiente são desenhos com poucos traços, nítidos, com poucas palavras, o mais que possível auto-explicativos. Convém elaborá-los com a maior arte possível, de modo que tanto a representação do ponto de partida como a do ponto de chegada possam ser expostas em local onde sejam bem visíveis e permitam sua reapreciação constante. Isso é parte do processo de aprendizado e reflexão, sendo normal que novos elementos ou aspectos passem a ser vislumbrados ao longo do tempo, propiciando eventuais correções de percurso.

O caminho do ponto de partida ao de chegada: definição dos pontos-chaves

Entre a situação inicial real e a situação idealizada costuma haver um grande número de entraves a resolver. Contudo, é usualmente impossível atacar todos esses entraves de uma vez. Por isso, o passo seguinte normalmente é focalizar o conjunto desses entraves e possíveis soluções, procurando-se definir quais os que, corrigidos, podem acelerar e tornar mais eficiente a conversão. A idéia, noutras palavras, é atacar aqueles entraves cuja solução possa desencadear o maior número possível de soluções para outros entraves.

Ao contrário do levantamento da situação de partida, que é uma tarefa relativamente simples, a identificação dos pontos-chaves exige muita reflexão e conhecimento. Caso os pontos escolhidos não sejam realmente os mais relevantes, a conversão não estará perdida, mas poderá levar mais tempo e haver mais turbulência no caminho. Ressalta-se que os pontos-chave com elevada freqüência não são apenas biológicos, adentrando as áreas da administração, das relações humanas (familiares, sociais, econômicas) e da capacitação do pessoal envolvido.

No plano gerencial, é usual encontrarem-se problemas ligados à (in)definição do sistema de comando e de tomada de decisões na propriedade, especialmente quando convivem pais e filhos adultos e/ou herdeiros. Essa (in)definição coloca obstáculos não apenas à agricultura orgânica, mas a qualquer orientação que se queira imprimir ao sistema. É comum que a raiz do problema em propriedades mal conduzidas, largadas, tenha um pé no campo das relações familiares. Da mesma forma, propriedades bem conduzidas tendem a estar associadas à definição clara de comando e boas relações familiares.

Do ponto de vista biológico, o principal problema costuma ser a baixa produção de biomassa no sistema, cuja correção freqüentemente tem rebatimentos na estruturação da propriedade, na rotação de culturas, no manejo das culturas e da fertilização, no manejo dos animais e na organização do trabalho. Os agricultores em geral precisam ser estimulados para enxergar o problema e suas possibilidades de interferência. Em áreas ocupadas há muitos anos e sem histórico de adubação mineral, o aporte de nutrientes, especialmente de fósforo, pode acelerar a recuperação do sistema.

Contudo, essas observações gerais funcionam apenas como pano de fundo, sobre o qual os pontos-chaves precisam ser especificamente definidos. Normalmente, se trabalha com duas a três modificações importantes no sistema a cada safra.

Cronograma e metas setoriais

Definidos os pontos-chaves, é muito importante estabelecer um calendário de trabalho de fácil visualização pelos responsáveis por sua execução, para que as mudanças sejam implementadas e surtam os efeitos desejados no seu tempo. Para isso, as metas precisam ser claras, realistas e estar bem compreendidas.

Ao se organizar o calendário de trabalho, convém considerar as possíveis falhas de processo, tais como: o atraso na entrega do material fertilizante, quebra de máquina, a perda de dias de trabalho por doença, atraso na realização de operações, excesso ou falta de chuvas, etc.

Por melhor que seja o plano de conversão, a identificação dos pontos-chaves e o cumprimento do cronograma e de suas metas setoriais, costuma haver necessidade de ajustes no percurso. Os resultados técnicos durante a conversão, particularmente das culturas e criações, necessitam de monitoramento por profissional experiente no assunto. O monitoramento possibilita a correção de falhas ou mudanças no correr da safra e ao longo da conversão, de modo a acelerar o atingimento das metas previstas com o mínimo de tempo e de custos.

Estabelecimento dos canais de comercialização

Na grande maioria dos casos, a conversão abrange mudanças nas vias de comercialização. Freqüentemente, é a própria atração por essas vias alternativas de comercialização que leva o agricultor a se decidir pela conversão. Contudo, como são canais de escoamento novos, costuma haver turbulências até que a fluidez seja restabelecida.

Como no caso de qualquer outra relação comercial, o exercício do novo canal comporta um lado de complementaridade e outro de conflito entre os interesses do produtor e os do comerciante. Atualmente, como a demanda por produtos orgânicos tem excedido largamente a oferta, os preços praticados têm sido atrativos para os agricultores, realçando o aspecto de complementaridade e reduzindo o de conflito. Contudo, esses conflitos tendem a se ampliar com o crescimento do mercado.

Como se trata de um mercado diferenciado, convém que os canais de comercialização sejam definidos anteriormente à produção, sob a pena de não se obter o prêmio esperado. Muitos agricultores têm tido contratempos nas primeiras vendas por desconsiderar esse fator. Embora o mercado orgânico seja francamente comprador, as vias de comercialização diferenciada ainda não estão devidamente pavimentadas em muitas regiões do país.

A certificação

À medida que o mercado orgânico se amplia e os vínculos entre produtores e consumidores se despersonalizam, surge a necessidade de criar garantias ao consumidor de que o produto atende a suas expectativas, e também ao agricultor, de que seu produto não sofrerá concorrência fraudulenta. Isso cria a necessidade da certificação da produção, e também a figura do certificador. Essa necessidade foi sentida crescentemente na Europa a partir do final dos anos 1970 e constitui atualmente uma das discussões mais vivas no movimento orgânico brasileiro. Muitos aspectos referentes aos procedimentos de certificação ainda precisam de consenso entre as organizações envolvidas com a produção orgânica.

O mercado para a certificação tem crescido paralelamente à comercialização de produtos orgânicos no Brasil. Contudo, há poucas certificadoras brasileiras em operação, e certificadoras estrangeiras têm se instalado no país. No movimento orgânico, as atitudes em relação à certificação são contrastantes e às vezes ambíguas. Por um lado, há atitudes positivas, entendendo a certificação como uma forma de ampliação da produção e da visibilidade social da agricultura orgânica. Por outro lado, também há atitudes negativas, preocupadas, sobretudo com o domínio do mercado por poucas organizações e com o caráter fiscalizatório da certificação.

Não obstante, do ponto de vista da conversão de sistemas convencionais a orgânicos, e considerando a necessidade de escoar a produção, convém ao agricultor consultar seus possíveis compradores sobre a modalidade de certificação requerida. Com essas informações, pode-se organizar desde o começo a produção de modo a atender a essas exigências.

A finalização da conversão

Formalmente, a área está convertida quando cumpriu os prazos e as prescrições de produtos e manejo previstos pelas normas. Isso não significa que o sistema e seus produtos estejam perfeitos, apenas os qualifica para o uso do selo orgânico. Se o horizonte do agricultor era a certificação, seu trabalho está concluído.

Contudo, se o horizonte é criar sistemas agrícolas sustentáveis, usualmente o trabalho está apenas a meio caminho. Efetivamente, na maioria das propriedades orgânicas, ainda há muito a ser aperfeiçoado em termos de eficiência no uso dos fatores de produção, de preservação do ambiente, da quantidade e qualidade da produção e outros aspectos.

O plano de conversão

Para facilitar o processo, convém que todos os aspectos discutidos na marcha da conversão sejam traduzidos num documento, o plano de conversão, que serve como marco de referência aos envolvidos no processo. Esse plano também pode ser utilizado pelas certificadoras para monitorar o processo.

Enquanto instrumento pedagógico e diretor da conversão, os aspectos centrais do plano são as representações do sistema atual e do sistema futuro e o cronograma de atividades, com metas setoriais claras. Essa parte do plano precisa ser concisa e clara o suficiente para não deixar dúvidas, não indo idealmente além de duas páginas.

Para os não iniciados na abordagem sistêmica, o Apêndice 1 apresenta um plano de conversão estendido, exemplificando os aspectos levantados ao se elaborar um plano de conversão.

Aspectos normativos da conversão

O selo orgânico é um selo de qualidade, que visa a garantir que o produto foi cultivado e processado dentro de normas valorizadas pelo consumidor. Para receber o selo, é preciso que se enquadre nas normas.

Quando a comercialização é direta, a garantia de qualidade é freqüentemente imaterial, selada pela confiança do consumidor no seu fornecedor. Nesse caso, não há necessidade de selo. Contudo, à medida que esse vínculo pessoal se perde, as normas precisam ser escritas e o selo se materializa num logotipo colado ou estampado na embalagem.

Na formulação das normas, contribuem aspectos biológicos, éticos, culturais, operacionais e até mesmo sociopolíticos. Assim, especialmente para a exportação, é necessário enquadrar-se às normas do país comprador, que podem ser diferentes das locais.

Na tentativa de estabelecer parâmetros mínimos a serem atendidos mundialmente, estabeleceram-se normas internacionais, destacando-se as da IFOAM (*International Federation of Organic Agriculture Movements*), atualizadas a cada dois anos. Essas normas são genéricas, devendo ser detalhadas regionalmente pelas organizações locais de certificação. O conteúdo das normas locais normalmente inclui:

- *um período de carência*, entre zero e dois anos, dependendo do uso anterior da área, entre a realização da última prática ou produto proibido e a permissão de uso do selo orgânico;

- *uma listagem de produtos e/ou procedimentos proibidos*, que inclui todos os agrotóxicos e os fertilizantes de alta solubilidade, especialmente os nitrogenados;

- *uma listagem de produtos e/ou procedimentos tolerados*, a critério de uma câmara técnica ou similar, da organização certificadora. Atualmente, na maioria das normas em vigor, as caldas à base de cobre e o enxofre estão nessa condição. A tendência ao longo do tempo tem sido de ir transformando procedimentos tolerados em proibidos;

- *um corpo de produtos e/ou procedimentos recomendados*, de cuja observância se espera a boa qualidade, a produtividade e a rentabilidade da produção. Aí se enquadram a reciclagem de biomassa e nutrientes, o controle biológico de pragas, a rotação de culturas, a adubação verde, etc. Além da produção vegetal, os procedimentos recomendados abrangem a proteção e a conservação do meio ambiente e o bom trato dos animais. Alguns desses aspectos têm se tornado obrigatório.

Com o desenvolvimento da produção orgânica, o corpo de procedimentos ou produtos recomendados tem crescido e ocupado o espaço das proibições, dando às normas um caráter mais propositivo do que proibitivo.

Com o crescimento do mercado orgânico, vários países têm produzido suas normas nacionais, inclusive o Brasil. De um modo geral, tais normas têm se espelhado nas normas da IFOAM, especialmente devido à necessidade de compatibilização para efeito de comércio. Usualmente, essas normas também especificam as modalidades e exigências quanto a certificadoras e à certificação.

Naturalmente, desde que não seja de seu interesse comercializar a produção como orgânica, o agricultor pode converter o seu sistema de produção e torná-lo cada vez mais sustentável sem a necessidade de se enquadrar nas normas. Isso permite uma flexibilidade maior, mas fecha as portas do mercado diferenciado e não propicia o contato com a comunidade ligada à produção orgânica.

Na prática, a conversão costuma ser mais difícil quando se visa apenas à adequação às normas. Nesse caso, tende-se a criar uma agricultura legalmente orgânica pela substituição de insumos proibidos por insumos tolerados. Tais sistemas de produção resultam biologicamente fracos, e erupções de problema com pragas e doenças tendem a continuar ocorrendo. Por analogia, são doentes que continuam com a maior parte dos maus hábitos que engendraram suas doenças, e que trocaram suas compras de medicamentos da indústria química pelos remédios "naturais".

Por outro lado, o processo costuma ser mais tranqüilo quando o objetivo é incrementar a robustez interna do sistema, reorganizando sua estrutura e funcionamento segundo princípios biologicamente mais adequados, simulando a natureza. Nesse caso, o grosso das normas acaba sendo atendido, restando pouco ou nenhum ajuste. Contudo, esse fortalecimento interno do sistema normalmente exige mudanças na estratégia econômica do sistema e mais conhecimento técnico e determinação.

Aspectos biológicos da conversão

A maior parte deste livro tratou dos aspectos biológicos da conversão de sistemas. Não obstante, convém relembrar algumas idéias centrais envolvidas. Para mais detalhes, o leitor precisará se reportar aos capítulos anteriores.

Do ponto de vista biológico, o período de conversão compreende um ajuste fundamental: a reestruturação do manejo da fertilidade do sistema. Do ponto de vista dos agricultores, essa reestruturação pode ser dividida em duas etapas: o controle de insetos e a criação de condições favoráveis à produção vegetal. Nas condições tropicais e subtropicais no Brasil, a maior parte do reequilíbrio de insetos se dá em alguns meses, enquanto para a fertilidade do sistema no seu todo o prazo é de alguns anos. Esse período de reajuste nada tem a ver com o período de carência estabelecido nas normas, o qual tem um caráter de quarentena em face das percepções dos consumidores.

Os mecanismos que têm sido utilizados para reequilíbrio ou controle de insetos podem ser agrupados em dois princípios: o aumento da biodiversidade e a nutrição vegetal adequada. Adicionalmente se tem lançado mão de preparados à base de produtos de origem vegetal ou mineral.

A biodiversidade de insetos é estimulada pela rotação e diversificação de culturas e pela criação de nichos de preservação de inimigos naturais. Dentre esses nichos, destacam-se as cercas vivas, as reservas de vegetação nativa e as comunidades de plantas invasoras. Do lado da nutrição vegetal, trabalha-se com a idéia de que uma planta equilibrada e suficientemente nutrida será menos susceptível às pragas. De fato, para a maioria das culturas, observa-se um rápido declínio dos problemas com pragas, logo que se cortam os fertilizantes nitrogenados de alta disponibilidade. Especialmente espécies sugadoras, como os pulgões, entram em rápido declínio.

Para a maioria das culturas, o controle de pragas não parece ser o maior entrave na agricultura ecológica, e em vários casos pode ser alcançado com relativa facilidade. A exclusão dos agrotóxicos e de adubos muito solúveis, a utilização de biomassa como fertilizante, o estímulo à biodiversidade e o uso de alguns preparados, no seu conjunto, têm se mostrados eficientes para reduzir os danos por pragas na maioria das culturas em poucos meses. Contudo, em algumas culturas, dentre as quais se destaca o algodão, o estabelecimento de um método de controle de pragas é o ponto central da conversão.

A recuperação da fertilidade do sistema como um todo exige prazo mais dilatado. Para uma conversão que torne o sistema intrinsecamente mais robusto, normalmente é preciso proceder a adequações estruturais e funcionais. A lógica e as ferramentas para tais adequações variam segundo as explorações predominantes no sistema, e foram tratadas com detalhes nos capítulos III, IV, V e VI, de modo que aqui se faz apenas uma menção rápida às situações mais usuais.

A maior parte dos sistemas agrícolas brasileiros em áreas de ocupação antiga apresenta pouquíssima arborização e praticamente nenhum elemento de condicionamento climático. Não existe divisão de talhões para efeito de manejo das condições de clima e de solo, sendo a propriedade entendida como um único e

grande talhão, desde que a topografia o permita. Quando existe, a divisão em talhões mais vezes se associa à operação de máquinas ou à colheita parcelada.

Como é lento o crescimento de plantas arbóreas em quebra-ventos, cercas vivas, matas ciliares, reservas legais, etc., sempre que possível convém instalar tais estruturas o mais cedo possível, e de preferência associadas ao controle mecânico da erosão. Porém, é muito usual que os agricultores não percebam o condicionamento climático como prioridade, e os releguem a um futuro indeterminado. Em áreas de clímax florestal, esse relegar é sempre um fator de enfraquecimento do sistema, revelado em maiores perdas por acamamento, por seca, maiores danos por pragas, menor produção de biomassa, maior risco de erosão.

No que se refere aos solos, os fatores envolvidos também são de maturação lenta, ligando-se à ciclagem da biomassa no seu todo e não apenas à fração húmica. Quando a conversão se dá sobre terrenos com histórico de adubação mineral por vários anos, é usual que a introdução de biomassa desencadeie sua recuperação. Os resultados mais espetaculares costumam ser obtidos com o uso de cobertura morta. A cobertura morta desencadeia reações que corrigem vários dos fatores em baixa para o desenvolvimento das plantas, o que no conjunto favorece o rendimento das culturas. Dentre os fatores favorecidos pela cobertura, se listam: melhor conservação da água, melhor oxigenação, melhor temperatura para as raízes, melhor pH na rizosfera. Com isso, tendem a melhorar a sanidade e a absorção de nutrientes minerais.

Todas essas melhorias são primariamente mediadas pela ação dos organismos da mesofauna, cujos nichos estão na interface solo-atmosfera, e em segundo lugar pelos microrganismos que vivem no corpo do solo. O resultado do trabalho dos organismos da mesofauna pode ser apreciado em poucos meses, desde que haja palhada para alimentá-los. Para os microrganismos do corpo do solo, o tempo varia de alguns meses a alguns anos, dependendo do efeito que se esteja medindo.

No entanto, posto que vários fatores em baixa são corrigidos, o rendimento físico das culturas costuma melhorar imediatamente com a cobertura morta, embora tal melhora não possa ser inferida pela análise química do solo. Isso porque, primeiro, as propriedades químicas são mais influenciadas pela fração húmica da biomassa, cuja alteração é lenta, e, segundo, porque os fatores imediatamente corrigidos pela palhada, predominantemente, são de natureza físico-hídrica ou biológica.

Em terrenos pouco ou não adubados, com muitos anos de cultivo, costuma ser necessário melhorar seu estoque de nutrientes minerais para acelerar a conversão. Nesse tipo de situação, no Centro-Sul do Brasil, o fósforo costuma ser o nutriente mais limitante. Como fonte inicial de fósforo, pode-se utilizar termofosfatos ou fosfatos naturais de boa solubilidade. Os fosfatos tratados quimicamente, como o superfosfato simples e o triplo também podem resultar em bom

efeito, mas não costumam ser aceitos nas normas. Em terrenos sabidamente deficientes em outros nutrientes, também eles podem ser fornecidos em formas adequadas às normas de produção orgânica.

Aspectos educativos da conversão

A maior parte da pesquisa agrícola é realizada por profissionais da área biológica, o que talvez explique por que os aspectos educativos da conversão raramente são abordados. Entretanto, aqui está o ponto mais importante da conversão e o que exige o maior tempo de maturação.

Um sistema de produção agrícola é uma *exteriorização* das concepções e técnicas de manejo do ambiente que estão na cabeça do agricultor que gerencia esse sistema. Essas concepções e técnicas fazem parte da sua cultura agrícola mais ampla. Por isso, é na cabeça que a conversão começa. À medida que a conversão física do sistema progride, o próprio trabalho vai trazendo novos elementos para a análise do agricultor, criando as condições para a criação de novas concepções na sua cultura agrícola.

No acompanhamento da conversão, dois pontos parecem particularmente importantes: (1) a mentalidade centrada na *aplicação de produtos* em oposição ao *manejo de processos* e (2) a idéia de que a fertilidade está *no solo,* não se enxergando que ela resulta do *manejo do sistema*. Em associação com essas duas idéias inadequadas, trabalha-se com o conceito de que há *uma* causa para cada problema, e lhe corresponde *uma* solução. Essa solução normalmente é um produto comprado numa garrafa, galão ou saco.

Assim, ao se falar em conversão, busca-se uma nova poção mágica ou caixa preta, que substitua a caixa preta do agroquímico. Tanto para a maioria dos agrônomos como dos agricultores, o que lhes ocorre é a substituição de *um* produto indesejável por *outro* que satisfaça as normas da agricultura orgânica. Está criado o problema. Primeiro, porque na natureza raramente *um* problema tem *uma única* causa, *uma única* conseqüência ou *uma única* solução. Segundo, porque afora algumas poucas exceções, a maioria dos problemas é resolvida na agricultura orgânica com processos. Por exemplo, em lugar do nematicida, um produto será utilizado.

O segundo ponto, a fertilidade do sistema, ainda não foi vencido nem mesmo pelo conjunto dos técnicos e agricultores mais envolvidos com o método orgânico. Em geral, trabalha-se com a idéia, enganosa, de que a fertilidade é um atributo do solo. Essa idéia leva à convergência das atenções para o solo, que é apenas um dos elementos do ecossistema. É na esfera do ecossistema que se define a produtividade biológica de uma propriedade. Sendo o produto colhido uma fração da biomassa, o centro das atenções deve estar nos processos de produção e decomposição da biomassa.

Além desses aspectos conceituais, o agricultor freqüentemente precisa aprender a dominar um grande número de assuntos específicos durante a conversão. Por exemplo: uma técnica simples como a produção de composto vai se detalhar em numerosas perguntas: com que material(is)?, onde os compro?, como os produzo?, como monto a pilha?, coberta ou ao tempo?, quando reviro?, mas é mesmo preciso revirar?, e agora?, esfriou?!!... Assim, a conversão acaba sendo uma fase com muitos ruídos, todos pedindo resposta. Não há como eliminar esses ruídos, mas é possível reduzi-los com a identificação correta dos pontos-chave.

Não obstante, posto que sempre sobram ruídos, a conversão precisa ser planejada de modo que os envolvidos possam ir assimilando ponto a ponto os novos procedimentos. Para esse processo fluir bem, ela (a conversão) precisa ser monitorada de perto, num exercício constante de análise e síntese, de modo que correções de percurso possam ser oportunamente realizadas.

Pesquisadores, extensionistas e agricultores

O método convencional de produção agrícola está associado a uma sistemática de trabalho muito característica, que pode ser descrita em linhas gerais de forma muito simples. Os pesquisadores, baseados nos seus conhecimentos da produção agrícola, desenvolvem uma solução para determinado problema. Essa solução é então comunicada aos extensionistas, que a repassam aos agricultores.

Quando, por alguma razão, a solução não funciona quando os agricultores a aplicam, há um processo de transferência imediata de responsabilidades. Os agricultores culpam a extensão rural ou a pesquisa. Por sua vez, os extensionistas culpam os agricultores, que não aplicaram a receita corretamente, ou culpam os pesquisadores, que vivem em torres de marfim. Os pesquisadores, a seu turno, respondem que o problema está nos extensionistas, que não aprenderam ou não transmitiram corretamente a mensagem, ou nos agricultores, que não a executaram direito. É uma sistemática de trabalho conveniente, porque há sempre um bode expiatório a quem atribuir a culpa.

Quando o problema se dá entre técnicos de empresas de agroquímicos e agricultores, então não há dúvida: a culpa é sempre dos agricultores, que não seguiram as recomendações do rótulo. O problema não foi resolvido ou outro problema foi criado porque os agricultores usaram doses excessivas, ou insuficientes, ou manusearam o produto de forma inadequada.

A situação muda radicalmente quando se pensa em fazer boa agricultura ecológica. Os papéis e responsabilidades são diferentes, bem como é diferente a natureza da tecnologia. Na agricultura ecológica, as soluções mais adequadas são sempre locais, e se visa a alimentar a tomada de decisão do agricultor. Os pesquisadores podem contribuir descrevendo os processos envolvidos, sua ordem de grandeza, fatores que os influenciam. Ao extensionista cabe traduzir essa informação à luz

das situações usuais na região ou município, esboçando os principais caminhos localmente possíveis. Aos agricultores fica a tarefa de refletir sobre os aprimoramentos efetivamente necessários ou desejáveis no seu sistema de produção, definindo as técnicas e procedimentos que lhes convêm. O pesquisador pode contribuir para o pensar global, mas apenas o agricultor pode decidir sobre o agir local.

Quanto à natureza das tecnologias, no convencional elas tendem a ser específicas e pouco flexíveis, enquanto no orgânico elas costumam ter propósitos múltiplos e muita flexibilidade. Por exemplo, um determinado inseticida visa à determinada praga (especificidade) e deve ser utilizado em calda a 0,30%, porque a 0,20% é ineficaz e a 0,40% é fitotóxico (pouca flexibilidade). Por outro lado, uma barreira de vegetação natural visa a conter o vento, proteger inimigos naturais de pragas, contribuir para o controle da erosão (propósito múltiplo) e pode ser mais ou menos espessa, alta ou botanicamente complexa (muita flexibilidade).

Essas mudanças nos papéis e na natureza da tecnologia implicam mudanças nas atitudes e nas responsabilidades dos pesquisadores, extensionistas e agricultores. Todos os agentes precisam exercitar sua criatividade e bom senso em seu nível, e todos têm sua responsabilidade correspondente. Embora isso a princípio pareça ideal e desejável, há muita resistência na prática. É muito cômodo o sistema de transferência de responsabilidades como no convencional, porque o erro é sempre dos outros.

É ainda muito comum pesquisadores trabalharem visando a *especificidades* não essenciais ou que precisam ser detalhadas pelos agricultores em cada propriedade. Também é comum extensionistas participarem de treinamentos em agricultura orgânica em busca de conteúdos para *repassar* aos agricultores. E agricultores, esperando que extensionistas lhes digam *como resolver* seu problema.

Apesar desses problemas, a produção certificada orgânica tem progredido e vive em ritmo cada vez mais acelerado. Contudo, para que ela não seja apenas certificada orgânica, mas seja cada dia mais sustentável, é necessário um esforço de mudança de atitudes e compreensões de seus papéis por agricultores, extensionistas e pesquisadores.

Queda na produtividade durante a conversão

Tem sido voz comum, ecoada especialmente da Europa, que a produtividade das explorações cai durante a conversão. Não obstante, esse fato não tem sido regra no Brasil. Em muitos casos observa-se que a conversão pode ser conduzida com ganhos no rendimento das culturas, especialmente em projetos com agricultores pobres e em regiões marginais. Trata-se, nesse caso, da intensificação agrícola com práticas orgânicas.

Contudo, em sistemas intensivos no uso de agroquímicos e com rendimentos físicos muito elevados, pode-se esperar uma baixa na produção. Por exemplo,

rendimentos de grãos de milho de 10t/ha dificilmente serão alcançados. Isso porque as técnicas orgânicas trabalham na perspectiva de sustentabilidade, e essa ordem de rendimento não é compatível com a preservação dos meios de produção nem do ambiente. Sistemas com essa ordem de rendimento apresentam muitas externalidades. Porém, mesmo nesses casos, uma parcela considerável da queda tende a se dever mais a falhas no aprendizado do que a limitações absolutas de natureza biológica.

Qualquer que seja o caso é preciso não perder de vista que, em agricultura orgânica, busca-se essencialmente um rendimento sustentável em longo prazo em lugar do máximo em curto prazo (ver O rendimento ótimo em lugar do rendimento máximo, Capítulo I).

Para evitar eventuais quedas na produção, convém reduzir ao mínimo possível o número de fatores desconhecidos na conversão, evitando-se introduzir em cada safra um número excessivo de mudanças não dominadas pelo agricultor. Introduzir, no máximo, três modificações importantes por safra.

No caso das explorações olerícolas, há informação técnica disponível para produzir safras compatíveis com as convencionais para a maioria das hortaliças. Porém, algumas culturas ainda são sobremaneira problemáticas, destacando-se o tomate e a batata-inglesa. A despeito de avanços importantes, ainda não se dispõe de conhecimento técnico solidamente sedimentado que minimize o risco de insucesso nessas culturas. Por isso, na conversão, é melhor evitá-las. Numa visão mais ampla, tais culturas deveriam ser restritas às condições em que melhor se adaptam (ver Centros de origem das plantas cultivadas, Capítulo III).

A conclusão da conversão

Como foi tratada neste capítulo, a conversão teve como unidade básica a propriedade, porque ela é o espaço dentro do qual se exerce o comando gerencial do agricultor. Nessa perspectiva, a conversão está concluída quando a propriedade assimilou um modo de funcionamento orgânico.

Entretanto, há que se ter em mente que esse não é um ponto final, nem do ponto de vista técnico, nem do geográfico, nem do filosófico e social. Tecnicamente falando, a propriedade alcançou um novo patamar, mas aprimoramentos são sempre possíveis, no sentido de torná-la sempre mais eficiente simultaneamente na produção agrícola, na conservação ambiental e na dimensão sócio-econômica.

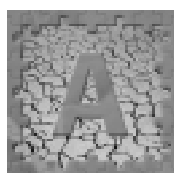
Embora seja um avanço qualitativo importante, a conversão de uma propriedade significa pouco e tende a se diluir no espaço geográfico dominado pelos métodos convencionais. Para que os ganhos de saúde humana e ambiental sejam significativos, é preciso que a agricultura orgânica alcance contornos regionais, sobretudo através de ações no nível dos municípios. Há no país numerosos

exemplos do que organizações nesse nível podem alcançar em termos de produção e estabilidade.

E, finalmente do ponto de vista filosófico e social, a conversão só estará completa quando toda a família humana estiver bem nutrida e feliz, vivendo em paz sobre um jardim criado por Deus. Esse jardim planetário, de que somos todos visitantes temporários, com o direito de usufruir e o dever de zelar. Uma Utopia? Sem dúvida. E à espera daqueles que tenham a coragem, a inteligência e a perseverança para persegui-la!

APÊNDICE

Exemplo de plano de conversão para a agricultura orgânica

Algumas explicações necessárias

A conversão para a agricultura orgânica (Capítulo VII) comporta um grande número de possibilidades, em função da grande diversidade existente nos sistemas agrícolas. Além disso, exige a mobilização de todo o conhecimento tratado neste livro e de outras áreas, segundo a natureza e os determinantes do sistema focalizado.

Não sendo possível cobrir toda essa variedade, optou-se por focalizar um sistema agrícola que compreendesse a boa parte dos temas tratados no livro, mas ao mesmo tempo não fosse complexo demais a ponto de torná-lo pouco didático. Assim, recorreu-se a um sistema hipotético, criado com elementos representativos de situações reais da região escolhida, o Sudoeste do Paraná, por sua importância na produção orgânica nesse Estado.

Não obstante, convém o leitor ter em mente que o objetivo desse exemplo não é mostrar soluções tecnológicas, mas exercitar o método de abordagem sistêmica aplicado à conversão para a agricultura orgânica.

Plano de conversão do sítio Engenho Velho

1- Diagnóstico

Informações gerais

O sítio Engenho Velho, em Capanema, é uma típica exploração familiar do Sudoeste do Paraná, iniciada pelo Sr. Sebastião Moraes, logo após a compra dos seus 12ha em 1965. As principais explorações atuais são as lavouras anuais, cultivadas para renda (soja, milho, feijão) e/ou para consumo doméstico (milho, feijão).

Com 62 anos de idade e viúvo, o proprietário está passando a condução do sítio ao seu filho mais novo, Edegar Moraes. Em face do esgotamento do solo, muito castigado pela erosão, a produtividade das lavouras tem caído, bem como o seu resultado econômico, de modo que o filho Edegar quer modificar o sistema de produção, procurando gerar mais renda e diminuir a penosidade do trabalho. Pelo crescimento regional da atividade leiteira, Edegar tenciona iniciar essa atividade, e se declara interessado em trabalhar dentro das normas orgânicas.

Histórico de vida do agricultor e histórico do sistema de produção

De família de pequenos agricultores de Palmeira das Missões-RS, Sebastião Moraes, o pai, migrou para o Sudoeste do Paraná em 1962, onde se casou com Dona Maria de Lurdes Pinheiro, em 1964. Em 1965, comprou o Sítio Engenho Velho, onde vieram a nascer seus 8 filhos.

Toda a área era inicialmente coberta com mata, rica em peroba, cedro, pau d'alho e outras madeiras. A mata foi derrubada em poucos anos, sendo toda a área cultivada com milho, feijão e, em menor escala, com outras lavouras para consumo doméstico. Houve, nessa época, muita fartura de mantimentos, criações e também de caça.

Em meados dos anos 1970, os terrenos já mostravam sinais de esgotamento, sendo por isso abandonados os topos dos morros, ao todo 4ha, que hoje se encontram com capoeiras já com aspecto de mata nativa.

Com o crescimento dos filhos, a terra disponível, pouca e já desgastada, não era suficiente para toda a família, e em meados dos anos 1980 os mais velhos foram se mudando. O primeiro foi para Rondônia, onde veio a morrer de malária. Três outros se mudaram para Curitiba, dois trabalham na prefeitura de Dois Vizinhos, uma filha é professora em Realeza e finalmente Edegar, o caçula, agora com 27 anos, casou-se em 1995 e continua no sítio. Dona Maria de Lurdes, a mãe, morreu em 1996 de câncer de mama.

Com a diminuição da área e da produtividade das lavouras de milho e feijão, iniciou-se o cultivo de fumo, com 0,3ha de área, que foi progressivamente ampliada até atingir 2ha. Nessa época, como o fumo ocupava quase toda a mão-de-obra, iniciou-se o cultivo de soja nos 4,5ha restantes com máquinas alugadas. A produção para consumo doméstico foi então reduzida a 1ha de milho, em parte consorciado com feijão e outras culturas complementares.

Em 1997, o filho de um vizinho, com quem tinham muita amizade, morreu intoxicado com agrotóxicos utilizados no fumo, e, já abalado pela morte precoce do filho em Rondônia, e da esposa em 1996, o Sr. Sebastião resolveu parar com o fumo, mesmo com perda de renda. Nessa decisão, foi apoiado pelo filho Edegar, já mais informado sobre o risco de agrotóxicos através de programas de televisão e entusiasmado com produção orgânica, então em franca expansão na região.

Desde então, pararam com o fumo e ampliaram as lavouras de milho e feijão, continuando a soja totalmente mecanizada com contratação de serviço em todas as operações.

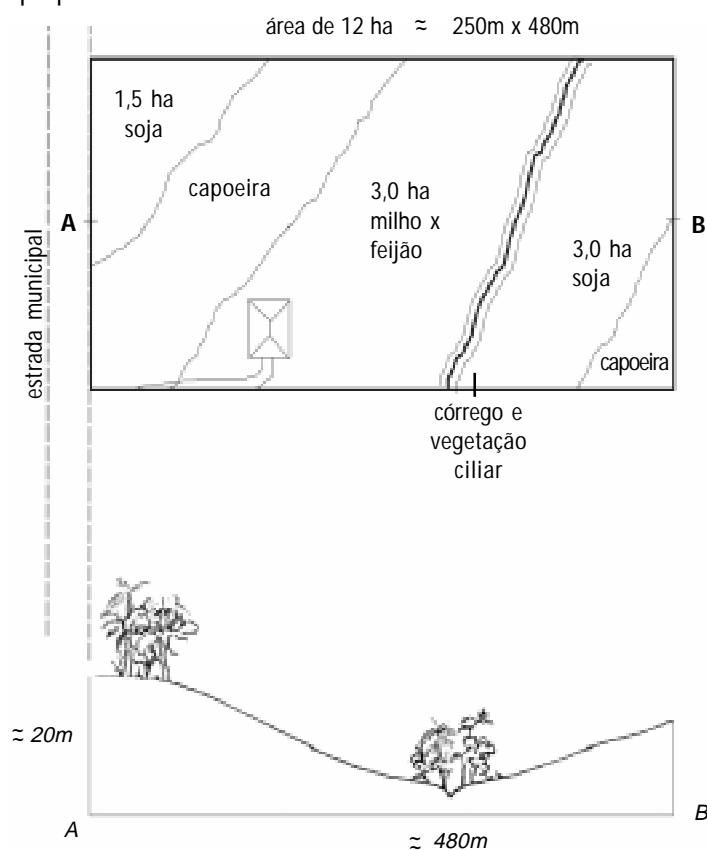
Contudo, face à penosidade da condução manual das lavouras de milho e feijão, e do baixo rendimento econômico do milho, do feijão e da soja, o filho Edegar e sua esposa planejam, hoje, converter a propriedade à produção orgânica de leite.

O quadro natural

O relevo da propriedade é ondulado, com solos derivados de basalto, com muita pedregosidade nos topos dos morros. O sítio é bem provido de nascentes. As áreas sob cultivo apresentam cerca de 10% de declividade, com terraços de base estreita a cada 50m aproximadamente, e estão ocupadas conforme o Quadro 1.

O sítio está a 12km da sede do município de Capanema, em estrada pavimentada com pedra irregular, com acesso possível durante todo o ano.

Figura A1.1

Croqui da propriedade

Quadro I

Ocupação da área agrícola da propriedade

uso atual	área (ha)	observações
soja	4,5	totalmente mecani
milho e feijão consorciados	3,0	manual
capoeira	4,0	nos topos dos mo
outros	0,5	casa, quintal, estrada, de fumo, abrigos par
total	12,0	

O quadro econômico

As lavouras anuais são atualmente a principal atividade de renda na propriedade. Contudo, considerando o mercado atual para grãos, a área disponível não é suficiente para o atendimento das necessidades de renda da família. A soja é pesadamente onerada pela contratação de serviços de terceiros e sua produtividade é prejudicada pela má qualidade desses serviços.

O milho e o feijão são cultivados em consórcio, semeando-se primeiro o feijão, e um mês depois o milho. Também nessas culturas a escala de produção é insuficiente em face da necessidade de renda da família.

O Quadro 2 apresenta a situação atual da propriedade. As receitas e despesas foram computadas da maneira como os agricultores normalmente as consideram. No item receitas, registram-se as entradas derivadas da venda de produtos. As despesas incluem apenas o custeio, não se atribuindo valor monetário ao trabalho, nem à depreciação de equipamentos e benfeitorias, nem à produção para consumo doméstico.

Quadro 2

Principais atividades econômicas da propriedade

atividade	áreaHá	produçãot	receitasR$*	despesasR$	receitas
soja	4,5	11,3	2800	1900	
milho (x feijão)	3,0	7,5	1000	400	
feijão (x milho)	3,0	2,0	1330	400	
totais	8,0		5130	2900	

*Preços por saca de 60kg: soja – R$ 15,00, milho – R$ 8,00 e feijão – R$ 40,00.

As culturas para consumo doméstico (mandioca, banana, batata-doce, amendoim, pipoca, abóboras, etc.) são cultivadas em pequenos talhões, aproveitando cantos e falhas em meio do milho, sem expressão em termos de ocupação de área mas de muita importância na economia doméstica do sistema. Aparentemente, se convertida em valor monetário, a renda gerada por essas culturas seria significativa no contexto do sistema. Criam-se também aves (cerca de 30 cabeças) e suínos (dois animais, em média).

A força de trabalho

A força de trabalho é essencialmente familiar (Quadro 3), recorrendo-se à ajuda dos vizinhos em mutirão para a colheita do feijão. O filho Edegar dedica-se 100% do tempo às lavouras anuais. Atualmente, o proprietário Sr. Sebastião trabalha apenas em serviços mais leves, devido à idade. A nora é responsável pelo trabalho doméstico, o trato dos animais, e, após o almoço, normalmente vai à lavoura com o marido. As crianças, de 4, 3 e 2 anos de idade, não trabalham.

Quadro 3

Composição da força de trabalho

categoria	relacionamento	% tempo dedicado	escolaridade
homem adulto	filho - 1	100	2º grau concluído
mulher adulta	nora - 1	100	2º grau concluído
idosos	pai- proprietário	50	primário incompleto
crianças	netos - 3	0	

O gerenciamento do sistema

O sistema está em processo de mudança de comando, sendo cada vez mais atuante o filho Edegar nas decisões. Contudo, formalmente o responsável é o pai. Aparentemente, não têm havido conflitos quanto à condução do sistema na história recente.

No entanto, pode-se prever uma área de conflito no futuro. Atualmente, os irmãos que estão fora não participam no trabalho nem na renda gerada na propriedade, mas provavelmente reclamarão sua parte por ocasião da divisão da herança. Com a renda da agricultura, dificilmente o filho Edegar poderá comprar a parte dos irmãos. Assim, salvo mudanças hoje não vislumbradas, o sistema corre risco de grande turbulência e, eventualmente, até dissolução.

Instalações e equipamentos

As instalações e equipamentos da propriedade (Quadro 4) refletem sua história, e estão em estado sofrível de conservação. Contudo, parece haver uma tendência de recuperação com o novo comando de Edegar e sua esposa.

Quadro 4

Instalações e equipamentos da propriedade

tipo	quantidade	estado de conservação	observaç
moradia de madeira, 115 m^2	1	sofrível, em reforma	construída e
barracão de fumo, 200 m^2	1	sofrível	atualmente utilizado depósit
pocilga c/ 4 baias, 36 m^2	1	bom	uma das baias é u galinhei

A proposta de conversão

Objetivos gerais

Consiste na instalação e manejo de um sistema de produção orgânico funcionalmente diversificado, com 7,5ha dedicados à geração de renda com gado leiteiro e culturas anuais de grão (soja, milho, feijão), e 0,5ha dedicado à produção para consumo doméstico.

O sistema atual

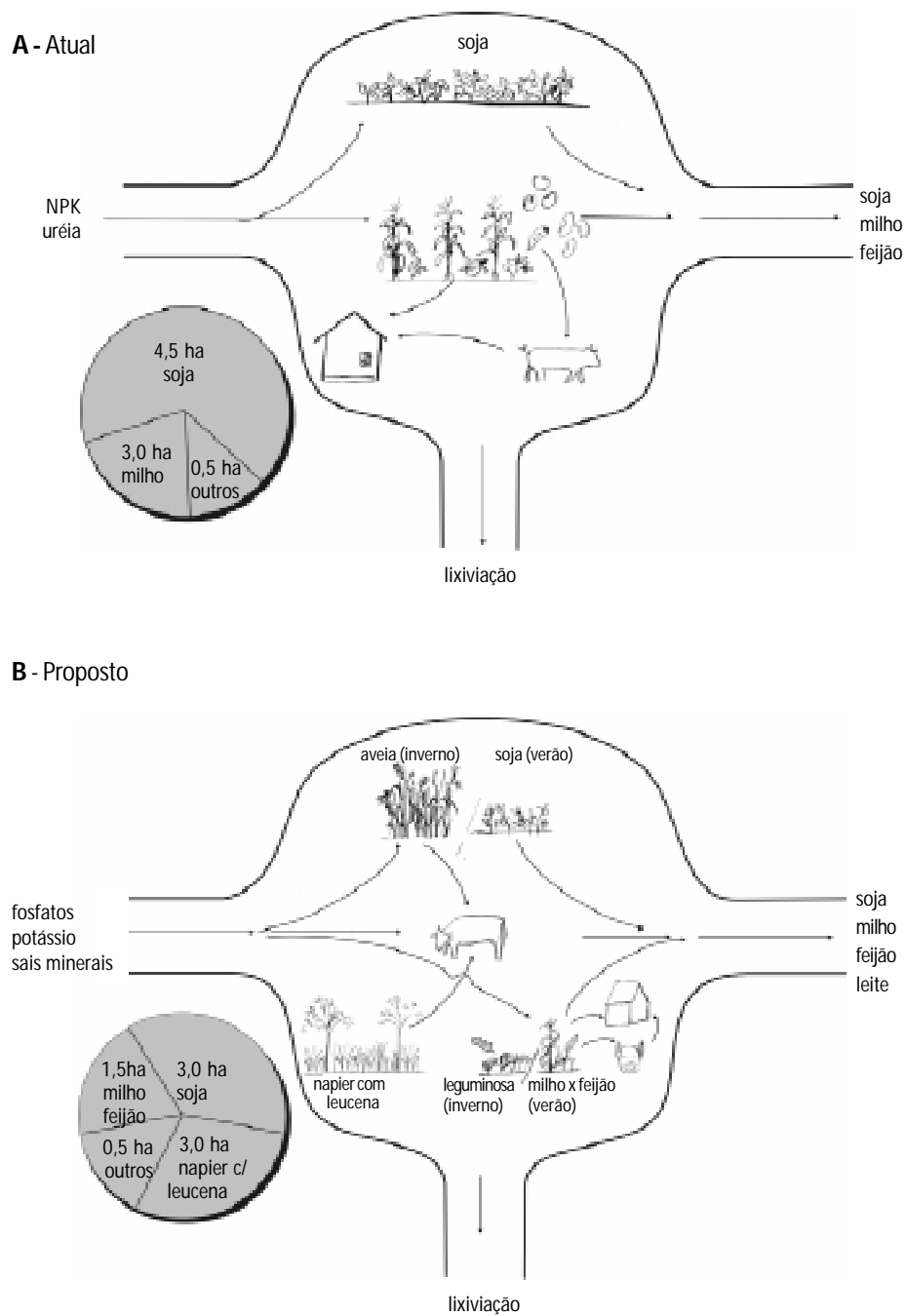
O sistema de produção atual pode ser simplificadamente entendido através da Figura A1.2-A.

Em relação às normas de produção orgânica, no sistema atual entram produtos proibidos (agrotóxicos), sobretudo para a soja. Entram também fertilizantes nitrogenados (uréia) para o feijão e para o milho, embora em quantidades bem menores.

A idéia de entrar na produção leiteira encaixa-se bem, tanto em termos da utilização da força de trabalho, como da geração de renda e do fluxo de materiais. Também seria interessante incrementar a produção para consumo doméstico, posto que ela pode reduzir a vulnerabilidade do sistema em relação ao mercado. No futuro, alguns produtos hoje cultivados para consumo doméstico poderão também gerar renda, aproveitando para seu escoamento o canal de venda do leite.

Fig. A 1.2

Representação esquemática dos sistemas de produção atual e proposto

A - Atual

B - Proposto

O sistema proposto

A proposta consiste em criar um sistema diversificado, tendo como principais atividades a produção integrada de grãos e de leite, incluindo elementos de manejo que privilegiam a manutenção da fertilidade do sistema, reduzem a necessidade de mão-de-obra e propiciam sua saúde econômica (Figura A1.2-B e Quadro 5).

Quadro 5

Proposta de conversão: principais atividades econômicas, área ocupada e renda

atividade	área (ha)	produção	receita** R$	despesas R$	receita - despesas R$	
verão - soja inverno - aveia preta	3,0	7 t 4 t	1750	600 60	1090	
verão - feijão + milho inverno - mucuna ou ervilhaca	1,5	1 t + 4 t 5 t	670 + 530	200 40	960	
napier com leucena	3,0	15 t	—	—	—	—
culturas para consumo doméstico	0,5	2 t	—	—	—	—
6 vacas leiteiras com 7litros / dia*		12600 litros	2520	220	2300	
totais	8,0		5470	1120	4350	

*7litros/dia, 300dias lactação/ano

** Mercado normal, por 60kg de: soja–R$ 15,00, milho–R$ 8,00 e feijão–R$ 40,00; leite a R$ 0,20/l.

*** Venda no mercado orgânico, com 30% de prêmio.

O êxito biológico do sistema proposto se baseia em alguns princípios, a saber:

1- Dividir a área útil de 8ha em dois grandes talhões: um de culturas temporárias, com 5ha, e um com pasto perene de napier e leucena, com 3ha. Esses talhões não precisam ser contínuos, mas sim serem distribuídos de forma a reservar para as lavouras as áreas mais férteis;

2- A produção de biomassa, na forma de palhada, e a fixação de nitrogênio deverão estar sempre associadas, como nas seqüências soja – aveia e milho – ervilhaca ou na associação napier – leucena. Se essa associação não for observada, o sistema definhará por falta de N ou falta de palhada;

3- No talhão de lavouras, as áreas para soja – aveia preta, milho x feijão - adubo verde e culturas para consumo doméstico deverão ser rotacionadas entre si;

4- O máximo esforço deverá ser direcionado para a produção de palhadas, a fim de reduzir a necessidade de capinas na soja e no consórcio milho x feijão;

5- A produção de leite será baseada em pasto, de napier e leucena no verão e de aveia preta no inverno. A manutenção da fertilidade nesses pastos será baseada no pastejo rotacionado, mantendo-se os estoques de nutrientes através da mineralização do gado e da adubação da soja;

6- Haverá sempre uma competição latente entre a utilização de aveia para o gado e sua utilização como palhada. Se o gado for privilegiado, haverá menos palhada e, portanto, maior necessidade de capina nas culturas de verão. Esse ponto merece redobrada atenção em função de sua importância para o balanço econômico, de trabalho e de fertilidade do sistema.

Do ponto de vista das normas de produção orgânica, a proposta contorna as proibições em que atualmente o sistema incorre. A soja, cultura que no momento mais depende de agrotóxicos, particularmente herbicidas, terá sua área reduzida, mas continuará em plantio direto. O controle de ervas será obtido com a palhada de aveia, complementada pela capina manual. Para sua nutrição mineral, serão utilizados inoculantes e, de acordo com a análise do solo, fosfatos de Arad ou de Gafsa e cinza de madeira, esta última disponível numa agroindústria próxima. Se necessário, o controle da lagarta será baseado em *Bacillus thuringiensis* e/ou *Baculovirus anticarsii*, e o de percevejos em *Trissolcus basalis* e iscas com inseticidas naturais.

O milho e o feijão também serão cultivados em plantio direto. A fertilização mineral será baseada no nitrogênio fixado pelos adubos verdes, aplicando-se fosfatos e cinzas, de acordo com a análise do solo. O controle de ervas será baseado na palhada dos adubos verdes, complementada com capina manual.

O talhão de napier com leucena será instalado de modo que cada piquete no pastejo rotativo apresente as duas espécies, em diferentes esquemas de distribuição espacial, segundo a disposição do terreno. Tanto o capim como a leguminosa serão manejados de modo que possam ser pastados, para evitar os trabalhos de ceifa, transporte e distribuição de forragem. Em todos os piquetes serão deixadas algumas árvores de leucena para sombra, que serão periodicamente podadas.

Como reserva técnica de forragem, para situações imprevistas será plantada cana nos terraços das áreas de lavoura.

Para as vacas, os pontos centrais estão em respeitar suas necessidades comportamentais, alimentá-las fartamente com forragens verdes e evitar concentrados. O manejo de enfermidades é sobretudo preventivo, a fim de, por um lado, evitar a necessidade de medicamentos e, por outro lado, otimizar a qualidade e a produção. Considerando ainda a manutenção da fertilidade do pasto, as diretrizes a seguir serão:

1- manter um número de animais compatível com a forragem disponível. Propõe-se como referência 2 vacas por hectare, mas esse número deverá ser ajustado à efetiva capacidade de produção de forragem, que por sua vez depende fortemente de como se faça o manejo do pastejo;

2- trabalhar com raça de gado adequada, sugerindo-se a Jersey;

3- pastoreio rotativo, com piquetes separados por cerca elétrica;

4- mineralização do gado, com fórmula regionalizada;

5- higiene na ordenha.

A maior parte do esterco fica nas áreas de pastejo, mas alguma quantidade, produzida durante a ordenha, estará disponível. É um valioso recurso fertilizante, que poderá ser direcionado para atividades nas quais seu efeito potencialize o desempenho do sistema, seja na produção para consumo doméstico ou geração de renda complementar.

Os pontos-chaves para a conversão

A principal questão nessa proposta não se refere à agricultura orgânica em si, mas à passagem do centro econômico de grãos para leite. Essa passagem implica uma grande mudança no regime de trabalho, de um padrão fortemente sazonal, com picos de trabalho entremeados por longas pausas, para outro padrão, de trabalho mais ou menos constante e obrigatório ao longo do ano. O sucesso na mudança de atividade econômica dependerá em importante medida de como a família reaja ao regime de trabalho na atividade leiteira. Há também vários procedimentos e conceitos a serem dominados e mudanças a serem introduzidas na forma de ocupação do espaço físico.

Numa leitura integrada dessa situação, entendeu-se que os pontos-chave para a conversão do sistema, aqueles que podem desencadear e fazer fluir ou travar o processo são:

1- o aprendizado do trato com gado leiteiro e a adaptação da família ao ritmo de trabalho que essa atividade exige;

2- a instalação e o manejo das pastagens;

3- a aquisição das vacas;

4- a definição de vias de escoamento do leite.

Cronograma de ataque aos pontos-chaves: metas setoriais

Nessa linha de raciocínio, para desencadear a conversão, apresenta-se a seguir proposição de ataque aos pontos-chave (ver também os Quadros 6 A e 6 B).

1- Aprendizado do trato e adaptação ao ritmo de trabalho com gado leiteiro
Realizar um estágio de alguns dias junto a produtores de leite da região, para ganhar domínio sobre as principais técnicas e vivenciar o ritmo do trabalho leiteiro.

2- Instalação e o manejo de pastagens

Implantar 1ha de napier com leucena no primeiro ano e não toda a área prevista de 3ha. É essencial aprender bem como instalar e manejar o pasto e o pastejo, de modo que não seja necessário utilizar concentrados no arraçoamento.

3- Compra das vacas e instalação de cerca elétrica

Instalado o primeiro hectare de pasto, comprar no máximo duas vacas ainda no primeiro ano. Instalar e testar a cerca elétrica alguns dias antes da chegada das vacas. No ano seguinte, após ter exercitado o manejo do pasto e do pastejo, o tratamento de eventuais enfermidades e as vias de comercialização do leite, já com experiência acumulada e mais pasto implantado, poder-se-á decidir quantas mais vacas adquirir.

4- As vias de escoamento do leite

A ampliação ou a rejeição da atividade leiteira serão em importante medida determinadas pelo sucesso no escoamento do leite e pelo seu resultado econômico. No caso em questão, o sítio é servido por uma linha de leite, não tendo havido dificuldades de venda do leite convencional a R$ 0,20 por litro, preço usado como base para planejamento.

Caso se possa ou se queira processar o leite ou vendê-lo no mercado orgânico, ou ainda no varejo, o resultado econômico poderá ser melhor.

Quadro 6 A

Resumo do cronograma de atividade para a conversão e seu custo

ano	mês	atividade	dias trab
1º ano de conversão	julho/2000 a junho/2001	implantação de pastos, compra de duas vacas e início da produção de leite	4
2º ano de conversão	julho/2001 a junho/2002	implantação de 2 ha de pastos e compra de mais 4 vacas	2
2 anos	julho/2000 a julho/2002	conversão totalizada	7

Quadro 6 B

Cronograma de atividade para a conversão e seu custo

ano	mês	atividade	dias de trabalh
2000	julho	estágio em propriedade leiteira	10
2000	agosto	plantio de cana nos terraços	4
2000	setembro a outubro	implantação de 1ha de napier com leucena	10
2001	janeiro	compra de eletrificador e instalação da cerca elétrica	4
2001	janeiro	conversão de parte do barracão de fumo em sala de ordenha	4
2001	janeiro	compra de 2 vacas	5
2001	fevereiro a junho	escoamento do leite	10
2001	março a abril	introdução de aveia em rotação com a soja: 3,5ha	máquina contratada
2001	agosto de 2001	implantação de 2ha de napier com leucena	20
2002	janeiro de 2002	compra de 4 vacas	5
2002	março - abril de 2002	introdução de aveia em rotação com a soja: 3,5ha	máquina contratada
2 anos	julho/2000 a julho/2002	Conversão totalizada	72

O custo da conversão

O custo da conversão foi estimado em 72 dias de trabalho e R$ 3.490,00 (Quadro 6). Esse custo será bem conhecido e considerado pelo agricultor, posto que a decisão de enfrentá-lo, e como, é de sua alçada. No atual sistema de produção, o custo em trabalho não parece difícil de atender durante as épocas de menor demanda de trabalho nas lavouras de feijão, milho e soja.

Quanto ao custo monetário, R$ 3.490,00, é elevado em face da renda líquida atual da propriedade, de R$ 2.430,00. Na proposta de cronograma apresentada, procurou-se dividir esse custo ao longo de dois anos, de modo a evitar endividamento e a permitir que a adaptação ao ritmo de trabalho possa ser testada. Contudo, havendo crédito disponível e disposição do agricultor, seria possível apressar o processo, embora incorrendo em mais riscos.

Não foi incluído no custo da conversão o valor referente ao assessoramento técnico, uma vez que tal valor varia consideravelmente segundo o tipo de assessoramento (ONGs, assistência técnica oficial, assistência técnica privada, etc.). Contudo, há que se ter em mente que, especialmente nas fases iniciais da conversão, é necessário uma assistência próxima e constante.

A certificação

Atualmente, não é prioridade da família vender seus produtos em mercados distantes, de modo que a certificação não é essencial no presente. Contudo, convém enquadrar-se desde logo às normas da certificadora que se vislumbra contratar no futuro. Considerando a certificadora regional mais próxima, além dos pontos já listados no cronograma (Quadro 6), seria necessário recuperar a mata ciliar, o que poderá ser conseguido isolando-se a faixa pertinente com cerca elétrica, para que a capoeira se recupere.

Monitoramento

Para o bom andamento da conversão, convém monitorar alguns aspectos cuja falha pode prejudicar o atingimento das metas e até comprometer os objetivos últimos da conversão. Tais aspectos podem ser agrupados em normativos, educativos, biológicos e econômicos. Nessa propriedade, seriam:

- aspectos normativos:
- não uso de agrotóxicos;
- não uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos;
- recuperação da mata ciliar;
- aspectos educativos:
- acompanhar o aprendizado do trato com os animais, verificando o estado geral das vacas, a incidência de doenças e a produção de leite;
- acompanhar o rotacionamento do pasto;
- aspectos biológicos:
- garantir a implantação oportuna e bem feita dos adubos verdes nas áreas de lavouras anuais, porque deles depende a fertilidade futura e o controle de ervas nesses talhões;
- acompanhar a infestação de ervas e seu controle nas lavouras, especialmente no primeiro ano;
- acompanhar a instalação e o desenvolvimento do pasto de napier com leucena;
- aspectos econômicos:
- garantir o registro em livro das entradas e saídas de dinheiro para, de acordo com o desempenho, decidir sobre a velocidade e eventuais correções na conversão;
- definir as vias de escoamento da produção com a antecedência necessária.

Correções de percurso

Cuidar para que as correções de percurso não façam perder o norte da proposta.

Cada correção eventualmente considerada precisa ser analisada no conjunto da proposta, de modo a não criar problemas em outros setores do sistema de produção.

Periodicidade das visitas pelo técnico

No primeiro ano, uma visita mensalmente. No segundo, uma visita a cada dois meses.

Conclusão

O sistema estará convertido quando assumido o aspecto descrito na Figura A1.2-B, com algum ajuste que eventualmente se tenha revelado necessário ao longo do processo. A partir daí, poderá passar por aprimoramentos de modo a se tornar mais e mais eficiente enquanto sistema orgânico.

Floresta do Parque Nacional do Iguaçu

Florestas semelhantes cobriam originalmente a maior parte do Brasil. Com alta produção biológica, as florestas brasileiras foram - e ainda são - uma das maiores reservas de biodiversidade do planeta. Nas regiões de colonização mais antiga, a maior parte dessas florestas foi derrubada para o plantio de culturas ou para pasto.

Entrada da Reserva Indígena de Mangueirinha - PR

Nas áreas de ocupação antigas, os poucos fragmentos florestais remanescentes estão concentrados em parques nacionais e reservas indígenas. Nessa reserva, no Sudoeste do Paraná, se encontra a maior população de *Araucária angustifolia* do planeta. Lamentavelmente, já na entrada da reserva pode-se ver uma capoeira, indicando que parte da mata original já foi derrubada.

Pinheiral Nativo, Reserva Indígena de Mangueirinha

Nesta área provavelmente está a maior reserva biológica de *Araucária angustifólia* Kuntze no planeta. Observar o topo horizontal típico da copada dos pinheiros adultos. Os pinhões, produzidos sustentavelmente por essa floresta, constituíam um dos produtos básicos da alimentação dos índios caingangues. Foram também importantes para os colonos no início da ocupação, tanto como alimento humano como para suínos, criados soltos sob os pinheirais. Essa floresta foi derrubada e o terreno ocupado por lavouras, mas o rápido decaimento logo obrigou seu abandono (observar capoeira no primeiro plano). Longos anos são necessários para recuperar a fertilidade original.

Agricultura de capoeiras

Desgastada a fertilidade natural acumulada pela floresta, as capoeiras foram o recurso usual para a recomposição da capacidade de produção do sistema. Esse sistema seria sustentável se houvesse terreno disponível para um descanso suficientemente longo.
Contudo, esse não foi o caso na maior parte do País. O tempo de encapoeiramento foi sendo reduzido. A foto mostra capoeiras de várias idades. Recolocado em produção antes de sua completa recuperação, o terreno entra numa espiral de degradação. Depois de seu esgotamento com lavouras, os terrenos eram usualmente transformados em pasto e assim aproveitados por mais alguns anos. O número de anos entre a derrubada da floresta e o esgotamento era variável, podendo ir de menos de uma década a no máximo meio século.

Paisagem dominada pela agricultura de capoeiras

Regiões de relevo montanhoso e solos pobres, com agricultura baseada em pousio criam paisagem como esta, no Centro-Sul do Paraná. As manchas de cores diferentes representam várias fases de recuperação da vegetação pioneira. Nessa paisagem, os problemas com pragas tendem a ser menos importantes que aqueles ligados à erosão e à fertilidade do solo. Estes são pontos centrais para reduzir a velocidade da espiral de degradação e, eventualmente, revertê-la. Os sistemas agrícolas regionais são frágeis, com intensa migração da população. Se próximos a grandes centros consumidores e organizados, esses sistemas podem auferir vantagens econômicas e sociais com a produção orgânica.

Área savanizada, outrora coberta pela Mata Atlântica

Na ocupação do espaço geográfico brasileiro, os terrenos decaídos com agricultura de capoeiras eram transformados em pasto. Contudo, com o tempo, também o pasto se degrada, reduzindo o rendimento econômico da pecuária, que vai se tornando cada vez mais extensiva, até o terreno ser abandonado. Recomeça então um lento processo de recuperação. Porém, o terreno tende a ser reutilizado com pecuária extensiva logo que alguma recuperação seja notada. Disso resultam áreas savanizadas como as dessa foto do planalto paulista, de escassa produção biológica e econômica, levando ao empobrecimento rural e à concentração da propriedade fundiária. As áreas que circundam a savana no primeiro plano se encontravam em estado semelhante há cerca de 20 anos.

Monocultura de soja

Com a utilização de adubos minerais e agrotóxicos, muitas áreas degradadas puderam ser recolocadas em cultivo, e a mecanização permitiu o cultivo de grandes lavouras. Em certa medida, os fertilizantes minerais permitiram a reposição do estoque de nutrientes dos terrenos, embora com baixas taxas de aproveitamento. Contudo, de maneira geral, os insumos industriais apenas corrigem os efeitos mais evidentes da degradação, e ainda assim de maneira muito fugaz. Por isso, esses sistemas de agricultura se tornaram intrinsecamente vulneráveis e dependentes de recursos externos. Em escala regional, esses sistemas aumentaram drasticamente a poluição da água e do solo e o comprometimento da vida silvestre.

Propriedade diversificada com lavouras e criações

No primeiro plano, grande lavoura de trigo na seqüência soja-trigo. A paisagem é pobre em árvores e pouco diversificada, muito vulnerável a pragas e adversidades climáticas. O sistema é frágil. No segundo plano, do outro lado do vale, propriedade com pasto associado a capão de eucalipto (à esquerda), trigo (amarelo, à direita, no alto) e aveia (verde, à direita, embaixo). A diversificação dessa propriedade se deve à presença dos animais, que criam a necessidade de pasto, valorizam a sombra dos eucaliptos e possibilitam a inclusão da aveia na rotação de culturas. Essa diversificação torna a propriedade mais robusta, tanto em termos econômicos quanto biológicos, reduzindo vulnerabilidade ao clima e dependência do mercado.

Paisagem agrícola complexa

A paisagem complexa e os cuidados com a preservação dos recursos naturais (mata no topo dos morros, práticas de controle da erosão, adubação verde, reciclagem de esterco), explicam as duas décadas de produção orgânica dessa propriedade no Sudoeste do Paraná. A mata é fonte de biodiversidade de insetos e de proteção sistêmica contra ventos. Além disso, é fonte direta de produtos para renda e consumo local, como mel, lenha, eventualmente madeira para serraria etc. A pedra-ferro presente no solo, cuja decomposição é favorecida pelo manejo orgânico, funciona como fonte de nutrientes minerais, que estão constantemente sendo liberados para as culturas.

Pastagem simplificada: monocultura de gramíneas

A eliminação total da floresta e a implantação de pasto no Noroeste do Paraná resultaram em paisagens desse tipo. Enquanto dura a fertilidade acumulada pela floresta, o sistema se mantém produtivo. Os animais ficam sujeitos a estresse de calor no verão e de frio no inverno, o que reduz seu potencial de produção. Exaurida a fertilidade natural, esse sistema se torna dependente de recursos externos, da mesma maneira que uma monocultura de soja. Em vastas regiões de solos arenosos no País, esse problema é agravado pela maior susceptibilidade à seca, não raro acabando em colapso econômico. Essa situação pode ser revertida pela reintrodução do estrato arbóreo na paisagem, inclusive na própria área de pastagem.

Pasto ao lado de capoeira e perobas remanescentes da floresta nativa

Observar o contraste entre a floresta nativa, a capoeira e o pasto degradado em termos de produção de biomassa e de sustentabilidade, nessa foto no oeste do Paraná. As perobas, outrora dominantes, são hoje árvores raras. Enquanto a capoeira leva à recuperação da fertilidade original, o pasto leva à sua degradação. A monocultura de gramíneas da figura anterior caminha no mesmo sentido de degradação, com o agravante de estar sobre um solo quimicamente mais pobre e com menor capacidade de retenção de água.

Pasto arborizado

A degradação do pasto arborizado é mais lenta, porque o funcionamento do ecossistema florestal primitivo ainda mantém parte dos seus mecanismos de auto-sustentação. Comparativamente, muito pouco resta de tais mecanismos nos pastos das duas fotos anteriores, onde a floresta foi eliminada em nome de uma suposta maior produção do pasto. Suposta, porque o sistema logo se degrada de modo que sua vida útil é curta. Em pastos arborizados, os estresses de calor e de frio são também atenuados, contribuindo para maior sanidade e produção dos animais. A arborização dos pastos com espécies forrageiras, frutíferas, essências florestais, etc., pode melhorar também a sustentabilidade econômica e o uso da mão-de-obra. A maior dificuldade para o estabelecimento de árvores em pastos é proteger as mudas contra animais.

Capoeirão ao lado de pasto

A coexistência de pasto e floresta não traz os mesmos benefícios que a arborização dos pastos. O capoeirão e o pasto da foto interagem pouco. O pasto sofre o processo de degradação mostrado em fotos anteriores, enquanto o capoeirão segue seu processo de recuperação da produtividade e da biodiversidade da floresta nativa. O desconforto térmico dos animais não é atenuado.

Casa no meio da mata

Numa paisagem agrícola, tudo o que se vê resulta de decisões tomadas pelos gerentes daquela área ao longo do tempo. Essas decisões resultam das percepções, aspirações e limitações das pessoas envolvidas. Assim, partindo de um mesmo ambiente natural, paisagens radicalmente distintas podem ser construídas. Na foto, a casa no meio da mata preservada contrasta com seu entorno, no qual quase toda a floresta foi eliminada. Na maior parte das áreas de ocupação antigas no Brasil, a crescente fragilização da agricultura frente a secas, pragas, erosão, etc., resulta mais de decisões incorretas do que da inclemência climática ou da inaptidão do solo.

Frutíferas em terraços de controle da erosão

A manutenção de terraços é encarada por muitos agricultores como um problema a mais, que se soma à área já perdida para sua construção. Na propriedade vista nessa foto, os terraços foram aproveitados para o plantio de frutíferas. Essas árvores geram renda extra e controlam o crescimento da vegetação herbácea, mantida permanentemente sobre o terraço para sua proteção. Assim, o problema de manutenção dos terraços foi convertido numa oportunidade de diversificação e fortalecimento do sistema.

Bananeiras nas bordas de reserva legal

A área imediatamente contígua a talhões como essa reserva legal apresenta um microclima próprio. Relativamente à área de pasto no primeiro plano, as bordas da mata são mais úmidas, melhor protegidas dos extremos de temperatura e têm mais horas de sombra. O agricultor aproveitou esse microclima, introduzindo aí uma espécie que se beneficia dele, a bananeira, enquanto seus vizinhos se queixam da redução na produção das lavouras de pleno sol, plantadas até a borda da mata. Como no caso das frutíferas nos terraços, o problema, alegado pelos vizinhos, foi convertido numa vantagem para tornar a paisagem mais diversa e o sistema mais produtivo e robusto.

Café sob quebra-vento de grevilea

O estrato inferior desse quebra-vento foi valorizado pela plantação de café, que fica protegido contra geada e calor excessivo. Assim, esse quebra-vento, além do serviço relacionado ao microclima, produz anualmente café. No final de seu ciclo, produzirá madeira de serraria. Enquanto a decisão desse agricultor foi de plantar o café, a dos vizinhos foi a de não plantar quebra-vento. A construção de paisagens agrícolas mais sustentáveis depende, em larga medida, de como cada agricultor aproveita os meios ao seu dispor.

Vaca em pasto pedregoso

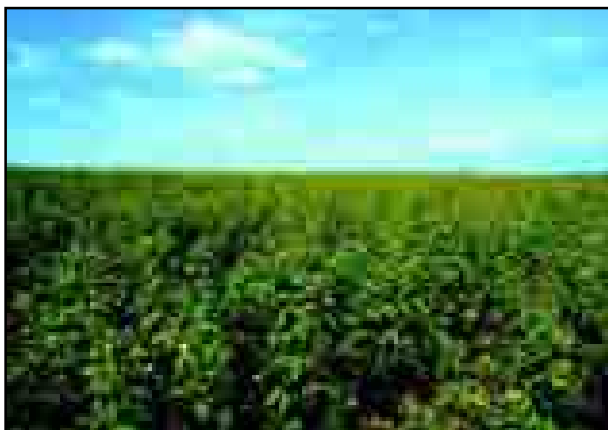
A decisão do agricultor gerente desse sistema foi transformar em pasto esse terreno, com metade de sua superfície coberta por pedras. Tal decisão pode se dever à absoluta restrição de terra, forçando o agricultor a utilizar um recurso de forma inadequada. Porém, em muitas situações a decisão é automática: áreas impróprias para lavoura viram pastos. Qualquer que tenha sido a motivação, o fato é que, do ponto de vista agronômico, esse terreno seria mais bem aproveitado por plantas capazes de lançar sua copa acima da superfície das rochas, tais como árvores, parreirais e mesmo gramíneas altas como a cana e o capim elefante. Com essas plantas, a luz incidente seria aproveitada para fotossíntese, em lugar de simplesmente aquecer as pedras.

Lavoura orgânica de soja com faixa de floresta preservada

A seqüência de decisões tomadas ao longo do tempo se reflete na estrutura dessa grande fazenda, que explora a soja orgânica em Lunardeli, Paraná. Observar ao fundo a faixa de mata nativa, preservada desde a época de abertura da fazenda. Essas faixas de mata são reservas de biodiversidade, inclusive de inimigos naturais de pragas agrícolas. Sem essas faixas de floresta, o cultivo orgânico seria mais difícil.

Diversidade de espécies para adubação verde

Plantas fixadoras de N são um dos pilares da reconstrução ecológica da agricultura. Dentre elas, destacam-se as leguminosas, das quais há grande diversidade em termos de porte, ciclo, química de solo, temperatura, etc. Normalmente é possível escolher uma espécie adequada às condições disponíveis nos diferentes sistemas agrícolas. Na foto, ao centro, estão espécies de crotalárias, com ciclo e arquitetura contrastantes. No primeiro plano, duas variedades de guandu, até esse ponto equivalentes, mas que se diferenciarão mais tarde, o da esquerda sendo mais precoce. Além de fixar N, os adubos verdes podem contribuir para a alimentação humana e animal, o controle das pragas, doenças e plantas invasoras e a proteção do solo. Dessa forma, os adubos verdes podem contribuir para a diversificação do sistema agrícola.

Campo de guandu anão IAPAR-43

O guandu é um dos adubos verdes mais versáteis. As folhas podem ser aproveitadas como forragem para ruminantes, as sementes para a alimentação humana e de todos os tipos de criação. Há muitas variedades, a maioria semiperenes e alcançando entre 3m e 5m de altura, aproveitadas para sombreamento de café e de outras culturas. Ao final do ciclo, tais variedades fornecem inclusive lenha. O guandu é muito resistente à seca e tolera solos pobres e ácidos, mas é destruído por geadas fortes. A variedade IAPAR-43 é anã e de ciclo curto, selecionada para áreas com forte risco de geada. Nessa foto, no Oeste do Paraná, o efeito do adubo verde na diversificação do sistema é limitado, uma vez que o guandu aqui não deixa de ser mais uma monocultura.

Canavial próximo do ponto de colheita

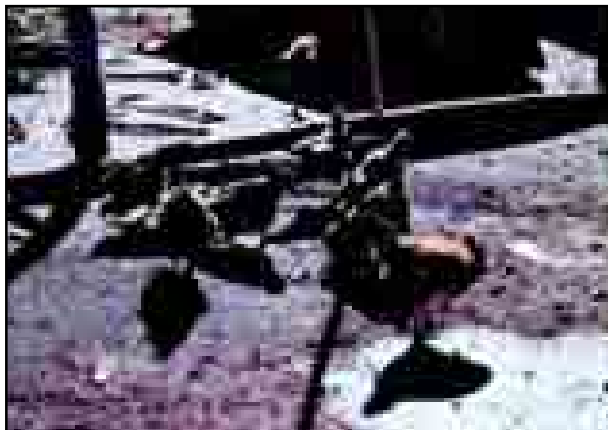
A história do Brasil está umbilicalmente ligada à cana-de-açúcar, cujo cultivo sustentou a ocupação inicial do País, e em pouco tempo resultou nas primeiras áreas savanizadas. Contudo, do ponto de vista biológico, a cana está entre as plantas de fotossíntese mais ativa, conhecida como a rota do ciclo C4. Essa rota bioquímica, encontrada também no milho, no sorgo e em várias outras gramíneas tropicais, permite utilização mais eficiente da água e do gás carbônico. Disso resulta uma produção total de biomassa mais elevada, resultando em colheitas elevadas e restos culturais mais abundantes que os da maioria das culturas do ciclo C3. Por isso, as plantas do ciclo C4 constituem outro pilar de sistemas agrícolas sustentáveis nos trópicos. Contrariando a idéia de que a cana leva ao esgotamento dos terrenos, observam-se sistemas muito produtivos e equilibrados quando a palhada não é queimada e os resíduos do processamento são restituídos ao canavial. Essa situação pode ser observada na produção orgânica de cana.

Quintal agrofloresta

O terreno ao redor da casa desse sítio constitui uma pequena agrofloresta. A profusão de espécies arbóreas cria um microclima mais ameno para a casa e fornece alimento para a família e as criações ao longo do ano. Com pouco trabalho, pode-se obter grande quantidade e variedade de produtos, utilizados tanto em pratos doces e salgados. Observar a utilização dos vários nichos disponíveis com espécies adaptadas a cada situação: mangueiras, abacateiros e jaqueiras frondosas ocupam a parte alta e central; palmeiras espigam por entre essas árvores altas; laranjeiras e outras espécies de porte mediano formam um segundo conjunto onde há luz suficiente e bananeiras aproveitam a meia sombra das bordas. Essa agrofloresta resulta de uma seqüência de decisões ao longo de vários anos, sobre o que e onde plantar e como manejar, embasadas em um conhecimento detalhado das necessidades de cada planta e da família.

Mangueirão típico de porcos para consumo doméstico

Na maior parte do país, as principais fontes de produtos de origem animal nas pequenas propriedades são os porcos e galinhas de produção própria. Assim, o desempenho desses animais tem um impacto direto na alimentação das famílias. Os porcos, em geral de raças locais para banha, são alimentados quase que exclusivamente com produtos amiláceos, mais vezes milho e/ou mandioca. Essa dieta é suficiente para a formação de banha, mas não para a formação de tecido muscular, resultando em animais pequenos, gordos mas com pouca carne. Nos mangueirões, os animais sofrem forte e contínua reinfestação de verminoses, que, associadas à nutrição inadequada, resultam perdas freqüentes de leitões. Leitões mortos representam desperdício de trabalho e de materiais investidos em alimentos para os animais. Do ponto de vista da ciclagem de nutrientes, esses chiqueiros são pontos por onde a fertilidade do sistema se esvai.

Criação típica de galinhas para consumo doméstico

Normalmente, as galinhas são criadas soltas, sendo fechadas apenas quando podem causar danos a plantas novas. Assim, apesar de usualmente receberem apenas os mesmos alimentos amiláceos que os suínos, sua nutrição acaba sendo mais equilibrada devido à preação de minhocas, insetos, larvas, etc., e ao pastejo de plantas tenras. Observar, na foto anterior, uma galinha comendo grãos pequenos de milho que os porcos desperdiçam ao comer uma espiga. As perdas de pintinhos e mesmo de aves adultas para predadores costumam ser consideráveis. Como os produtos de origem animal são em geral considerados socialmente superiores, uma maior disponibilidade de frangos e porcos tende a melhorar a auto-imagem dos agricultores e seu potencial de socialização.

Produtos comestíveis da aboboreira

As abóboras estão entre as plantas mais importantes na produção para consumo doméstico na América Tropical. No Brasil, estão presentes na produção para consumo doméstico em todo o País, embora em cada região apenas alguns dos seus produtos sejam aproveitados. As pontas das ramas (cambuquira) são utilizadas como hortaliças de folha; os talos das folhas em sopas e saladas; as flores masculinas, fritas à milanesa; os frutos verdes, como hortaliça; os frutos maduros, como alimento salgado e doce e as sementes, como vermífugo e aperitivo. Os frutos maduros e a cambuquira são boas fontes de vitamina A, a de carência mais generalizada na população brasileira. As sementes são boas fontes de metionina, o aminoácido mais limitante na mistura feijão-arroz. A utilização plena de cada espécie vegetal proporciona melhor uso do trabalho e reduz a área de terreno necessária para o abastecimento doméstico. O conhecimento e a utilização de plantas versáteis é outro pilar da reconstrução ecológica da agricultura.

Vinagreira

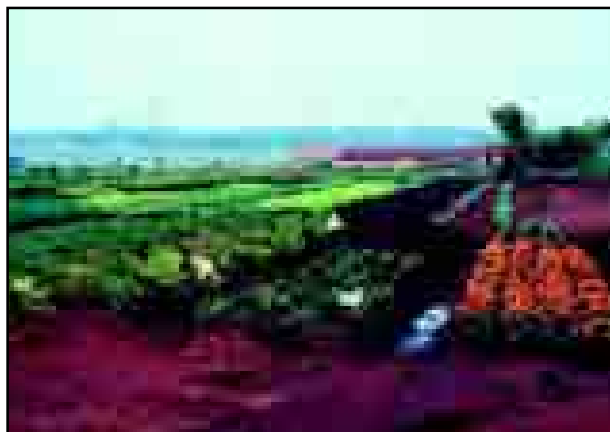
A vinagreira, rosela, groselha ou cuxah (*Hibiscus sabdariffa*) é a hortaliça de folha mais cultivada no interior do Maranhão, sendo também comum no Sudeste e parte do Sul do Brasil. No Maranhão, consomem-se sobretudo as folhas maduras, cozidas, num prato típico regional chamado de cuxá. No Sudeste e no Sul aproveitam-se usualmente os cálices, como picles (*umê*), pela população de origem japonesa; em doces, chá e sopas, pela população de origem alemã; e ainda em sucos, no interior de São Paulo e do Paraná. As sementes podem ser aproveitadas na alimentação de aves. Planta do trópico úmido, produz folhas no período quente e chuvoso, quando a produção de outras hortaliças folhosas é difícil. Por preconceito, desconhecimento ou simples falta de interesse, esses recursos alimentares fáceis de cultivar e versáteis estão sendo desperdiçados, como várias outras espécies presentes nas dietas tradicionais das populações rurais e bem adaptadas ao clima e ao solo do país. Trata-se de um patrimônio genético (as plantas em si) e cultural (como aproveitá-las) desenvolvido ao longo de séculos, cuja recuperação e manutenção são urgentes para o aprimoramento dos sistemas agrícolas e da alimentação no Brasil.

Horta orgânica com bananeiras para condicionamento climático

As bananeiras plantadas sobre os terraços contribuem para abrandar o vento e o calor, criando uma situação mais favorável para as hortaliças. Contribuem também para o aproveitamento do material fertilizante aplicado no terreno e geram renda adicional, pouco susceptível a pequenas variações climáticas. Ao centro, deixou-se o mato crescer livremente após o período crítico de competição com a cultura. No momento da foto, logo após a colheita das brássicas, observa-se a boa cobertura do terreno, produzindo biomassa, protegendo o solo e preservando a biodiversidade de insetos úteis.

Horta orgânica com venda centrada em supermercado

Sobre terra roxa estruturada, no Norte do Paraná, essa horta está associada à produção de aves de postura. A produção é vendida a supermercados em Londrina, cidade próxima com cerca de 400 mil habitantes. Essa modalidade de venda resulta num sistema menos diversificado do que o anterior. Observar a mata ciliar à direita, garantindo uma reserva de inimigos naturais de pragas, e certa proteção contra os ventos. Nesse aspecto, a horta mais diversificada da foto anterior fica em desvantagem: não há reserva de biodiversidade de insetos.

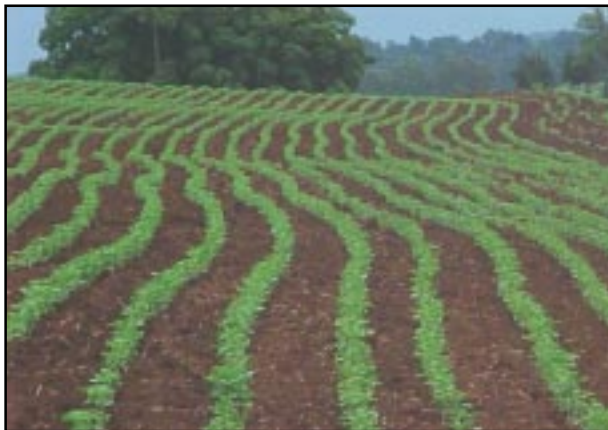
Horta orgânica com venda direta ao consumidor

Essa horta está associada à produção de aves e gado leiteiro (barracões ao fundo), em área de assentamento de reforma agrária, sobre terreno arenoso de muito baixa fertilidade, no Noroeste do Paraná. A produção é vendida diretamente ao consumidor, em Cruzeiro do Sul e Paranacity, que perfazem um núcleo urbano de 10 mil habitantes. Comparando com a foto anterior, é visível o efeito que o canal de comercialização acaba gerando sobre a composição do sistema de produção. Com a crescente comercialização via supermercados, é preciso estar atento para não se chegar às quase monoculturas orgânicas. Tais sistemas podem atender às normas da produção orgânica, mas ainda assim estar distantes de uma agricultura ecologicamente correta e sustentável. Observar o canteiro florido, com cravo de defunto (*Tagetes* spp), uma das plantas mais eficientes no controle de nematóides de galha, problema seríssimo na região.

Consórcio alface-espinafre

Se, por alguma razão, a alface não se desenvolveu adequadamente, o espinafre toma a dianteira, garantindo um uso eficiente da terra, da água, do trabalho e dos nutrientes minerais, bem como retorno econômico. Após a colheita da alface, todo o canteiro estará coberto pelo espinafre em três a quatro semanas, gerando nova produção e renda. As possibilidades de associação de culturas são ilimitadas, dependendo apenas do conhecimento e da criatividade dos agricultores em desenvolver as combinações que lhes convenham. Observar a irrigação: em sistemas produtores de hortaliças, a quantidade de água colocada sobre o terreno aumenta as perdas por lixiviação. Por isso, técnicas que economizam água também contribuem para a economia de esterco.

Lavoura orgânica de soja sobre azevem

O controle de plantas invasoras é um dos principais problemas na produção orgânica. Dentre as estratégias de controle, o plantio direto sob palhada é uma das mais alvejadas. Na foto, em Tibagi, num planalto no Centro-Sul do Paraná, a soja foi plantada diretamente sobre o azevem em final de ciclo. As altas temperaturas aceleram a morte do azevem e favorecem o crescimento da soja, que logo cobre o terreno, de modo que a necessidade de repasse manual é minimizada. Esse sistema merece servir como inspiração para outras culturas e regiões.

Lavoura orgânica de soja com infestação quase nula de invasoras

A baixíssima infestação dessa lavoura resulta do cuidadoso trabalho de não permitir a ressemeadura das plantas invasoras. Embora com preparo do solo convencional, o banco de sementes no solo baixa de tal maneira que a necessidade de capina é mínima. Assim, impedir a ressemeadura pode ser a estratégia a seguir, onde as espécies cultivadas e o conhecimento localmente disponível ainda não chegaram a associações como a mostrada na foto azevem-soja. O efeito da não ressemeadura é bastante sensível após dois anos, mas normalmente leva em torno de cinco anos para seu pleno resultado. No entanto, algumas plantas dispersas de espécies invasoras sempre continuarão aparecendo, e sua não eliminação num único ano pode recolocar o sistema próximo da estaca zero.

Controle de ervas em soja orgânica com palhada de aveia

Outra possibilidade de controle de invasoras é através de palhadas. Uma das plantas mais utilizadas para essa finalidade no Centro-Sul do Brasil é a aveia preta, desde que a umidade no inverno seja suficiente para o seu desenvolvimento. A palhada da aveia preta apresenta efeitos alelopáticos sobre varias espécies invasoras. Com essa palhada, reduz-se sensivelmente a infestação de invasoras, mesmo quando há muitas sementes no banco do solo. Outra planta com forte efeito sobre várias invasoras é o sorgo, especialmente o sorgo-vassoura.

BIBLIOGRAFIA

ABREU JÚNIOR, H. (Coordenador) **Práticas alternativas no controle de pragas e doenças na agricultura**. Campinas, SP, EMOPI, 1998. 122p.

ALTIERI, M. **Agroecologia**. Rio de Janeiro, PTA/FASE, 1989. 240p.

AMBROSANO, E. (Coordenador). **Agricultura Ecológica**. Guaíba, Agropecuária, 1999. 398p.

AUBERT, C. L'agriculture biologique: pourquoi et comment la pratiquer. 4.ed. Paris: Le courrier du livre, 1977. 383p.

BURG, I. C. & MAYER, P. H. **Prevenção e controle de pragas e doenças**. Francisco Beltrão, Assesoar – Cooperiguaçu, 1998. 137p.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**. Porto Alegre, L&PM, 1987. 253p.

CHONCHOL, J. **O desafio alimentar**. São Paulo, Marco Zero, 1989. 185p.

COLBORN, T.; DUMANOSKI, D.; MYERS, J. P. **O futuro roubado**. Porto Alegre, L&PM, 1997. 354p.

CORALINA, C. **Estórias da casa velha da ponte**. São Paulo, Global, 1985. 67p.

CORALINA, C. **Poemas dos becos de Goiás e estórias mais**. São Paulo, Global, 1986. 239p.

DARWIN, C. **A origem das espécies**. Belo Horizonte, Itatiaia, São Paulo, EDUSP, 1985. 366p.

DELPEUCH, B. **O desafio alimentar norte sul**. Rio de Janeiro, FASE, 1990. 155p.

DORST, J. **Antes que a natureza morra**. São Paulo, Edusp, 1978. 480p.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo, Livros da Terra, 1996. 178p.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. Rio de Janeiro, Atheneu, 1986. 145p.

FUKUOKA, M. **Agricultura Natural**. São Paulo, Nobel, 1995. 300p.

GAUR, A. C.; NEELAKANTAN, S.; DARGAN, K. S. **Organic manures**. New Delhi, ICAR, 1984. 159p.

HAY, R. K. M. & WALKER, A. J. **An introduction to the physiology of crop yield**. Harlow, Longman, 1989. 292p.

HEISER JR, C. B. **Sementes para a civilização**. São Paulo, Nacional, EDUSP, 1977. 253p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, Londrina, PR. **Enfoque sistêmico em P&D: A experiência metodológica do IAPAR.** Londrina, 1997. 152p. Ilust. (IAPAR. Circular, 97)

KHATOUNIAN, C. A. **Produção de alimentos para consumo doméstico no Paraná**. Londrina, IAPAR, 1994. 192p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, Ceres, 1985. 492p.

KOEPF, H. H.; SCHAUMANN, W.; PETTERSSON, B.D. **Agricultura biodinâmica**. São Paulo, Nobel, 1983. 333p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo, Ceres, 1976. 528p.

MOLLISON, B. & SLAY, R. M. **Introdução à permacultura**. Brasília, Ministério da Agricultura, 1998. 204p.

MOYANO, E. (Coordenador) **Por un cambio necesario en la agricultura europea**. Córdoba (Espanha), 1996. 69p. (Mimeografado)

PESEK, J. (Editor). **Alternative Agriculture**. Washington, D.C., National Academy Press, 1989. 448p.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo**. São Paulo, Nobel, 1996. 570p.

SCHUMACHER, E. F. **O negócio é ser pequeno**. Rio de Janeiro, Zahar, 1981. 261p.

SILVA, J. F. C. da & LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba, Livroceres, 1979. 384p.

SOUZA, J. L. de **Agricultura Orgânica**. Vitória, ES, EMCAPA, 1998. 189p.

STEINER, R. **Fundamentos da agricultura biodinâmica**. São Paulo, Antroposófica, 1993. 235p.

VIVAN, J. **Agricultura e florestas**. Guaíba, Agropecuária, 1998. 207p.

Índice Remissivo